LR-*Cal* LR

Operating Instructions
Betriebsanleitung

Deadweight Tester / Pressure Balance GB

Druckwaage / Kolbenmanometer D

LR-*Cal* LDW-H

Deadweight Tester / Pressure Balance LR-*Cal* LDW-H

GB	Operating Instructions LR-*Cal* LDW-H	Page 4 - 36
D	Betriebsanleitung LR-*Cal* LDW-H	Seite 37 - 71

Information
This symbol provides you with information, notes and tips.

Warning!
This symbol warns you against actions that can cause injury to people or damage to the instrument.

Contents

1. General 5
1.1 General Instructions 5
1.2 Safety Instructions 6
2. Product Description 7
2.1 General Product Information 7
2.2 Basic principle of the Pressure Balance 8
2.3 Environmental factors 9
2.3.1 Local fluctuations in gravity-value 9
2.3.2 Temperature (Piston/Cylinder) 10
2.3.3 Ambient conditions 10
2.3.4 How the cross-sectional area responds to pressure 11
2.4 Arrangement of control elements 11
2.4.1 Standard hydraulic base 12
2.4.2 High-pressure hydraulic base 13
3. Commissioning and Operation 14
3.1 Preparation 14
3.1.1 Setting up the Device 14
3.1.2 Hydraulic pressure mediums used 14
3.1.3 Installing the piston-cylinder system 15
3.1.3.1 Connection for piston-cylinder system with G3/4 B (male) thread 16
3.1.3.2 Connection for piston-cylinder system with optional quick connector 17
3.1.3 Connecting the device under test 18
3.1.4 Venting the System 18
3.2 Operation 19
3.2.1 Procedure for single-range piston-cylinder system 1,600 psi or 120 bar 19
3.2.1.1 Mass loading 19
3.2.1.2 Approaching the pressure value 19
3.2.1.3 Pressure stable 19
3.2.2 Procedure for single-range piston-cylinder system 4,000 psi or 300 bar 20
3.2.2.1 Mass load 20
3.2.2.2 Approaching the pressure value 20
3.2.2.3 Pressure stable 20
3.2.3 Procedure for all dual-range piston-cylinder systems 21
3.2.3.1 Mass load 21
3.2.3.2 Approaching the pressure value 21
3.2.3.3 Pressure stable 21
3.2.4 Next pressure level 22
3.2.5 Releasing pressure 22
3.3 Disassembly 23
4. Troubleshooting measures 24
5. Maintenance and Care 25
5.1 Cleaning 25
5.1.1 Piston-cylinder system 25
5.1.1.1 Procedure for single-range piston-cylinder system 1,600 psi or 120 bar 26
5.1.1.2 Procedure for single-range piston-cylinder system 4,000 psi or 300 bar 27
5.1.1.3 Procedure for all dual-range piston-cylinder systems 28
5.1.2 Weight Set 29
5.2 Consumable Parts 29

5.3 Changing the hydraulic pressure medium 29
5.3.1 Removing hydraulic pressure medium 29
5.3.2 Filling in of hydraulic pressure medium 29
5.3.3 Venting of the System (after Complete Filling only) 30

5.4 Recalibration 30

6. Specifications 31

7. Tables of masses 34

8. Accessories 36

1. General

1.1 General Instructions

In the following chapters detailed information on the **LR-*Cal* LDW-H** pressure balance (deadweight tester) and its proper use can be found.
Should you require further information, or should there be problems which are not dealt within detail in the operating instructions, please contact the address below:

DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH
Bahnhofstr. 33
D-72138 Kirchentellinsfurt
Tel: +49- (0) 7121 – 9 09 20-0
Fax: +49-(0) 7121 – 9 09 20-99
E-Mail: DT-Export@Leitenberger.de
www.lr-cal.net

If nothing to the contrary is agreed, the pressure balance is calibrated in compliance with the currently valid body of international regulations and can be referred directly to a national standard.

The warranty period for the pressure balance is 24 months according to the general terms of supply of ZVEI.
The guarantee is void if the appliance is put to improper use or if the operating instructions are not observed or if an attempt is made to open the appliance or to release attachment parts or the tubing.
We also point out that the content of these operating instructions neither forms part of an earlier or existing agreement, assurance or legal relationship nor is meant to change these. All obligations of DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH result from the respective sales contract and the general business terms of DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.
LR-*Cal* is a trade mark DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

Names of companies or products mentioned in this handbook are registered trade marks of the manufacturer.

The devices described in this manual represent the latest state of the art in terms of their design, dimension and materials. We reserve the right to make changes to or replace materials without any obligation to give immediate notification.

Duplication of this manual in whole or in part is prohibited.

© 2015 Copyright DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH. All rights reserved.

1.2 Safety Instructions

Read these operating instructions carefully prior to operating the LR-*Cal* LDW-H deadweight tester. Its trouble-free operation and reliability cannot be guaranteed unless the safety advise given in this manual is followed when using the device.

1. The system must only be operated by trained and authorised personnel who understand the manual and can work according to it.

2. Trouble-free operation and reliability of the device can only be guaranteed so long as the conditions stated under "Setting up the device" are taken into consideration.

3. The **LR-*Cal* LDW-H** always has to be handled with the care required for any precision instrument (protect from humidity, impacts and extreme temperatures). The device, the piston-cylinder-system and the mass-set must be handled with care (don't throw, hit, etc.) and protected from contamination. By no means apply any force to the operating elements of the **LR-*Cal* LDW-H**.

4. If the device is moved from a cold to a warm environment, you should therefore ensure the device temperature has adjusted to the ambient temperature before operational use.

5. If the equipment is damaged and operates no longer safely, then it should be taken out of service and securely marked in such a way so that it is not used until repaired.
   Operator safety may be at risk if:

   - There is visible damage to the device
   - The device is not working as specified
   - The device has been stored under unsuitable conditions for an extended period of time.

   If there is any doubt, please return the device to the manufacturer for repair or servicing.

6. Customers must not attempt to alter or repair the device themselves. If the instrument is opened or attachment parts or the tubing are released, its trouble-free operation and reliability is impaired and may endanger the operator. Please return the device to the manufacturer for any repair or maintenance work.

7. There must be used only the original sealings in the device.

8. Any procedure not included in the following instructions or outside of the manual must not be attempted.

2. Product Description

2.1 General Product Information

■ Application

Pressure balances are the most accurate instruments for the calibration of electronic or mechanical pressure measuring instruments. The direct measurement of pressure, according to its definition as a quotient of force and area, and the use of high-quality materials result in small uncertainties of measurement and an excellent long-term stability of five years.

For these reasons pressure balances have already been used in calibration laboratories of industry, national institutes and research labs for many years. Due to the integrated pressure generation and the purely mechanical measuring principle the **LR-*Cal* LDW-H** is also ideally suited for on-site use as well as service and maintenance purposes.

■ Piston-cylinder measuring system

Pressure is defined as a quotient of force and area. Correspondingly, the core of the **LR-*Cal* LDW-H** is a very precisely manufactured piston/cylinder system. The piston and cylinder are manufactured from hardened steel and tungsten carbide, respectively, and are very well protected in a solid stainless steel/hardened tool steel housing against impacts or contamination from outside.

As a standard the connection of the piston-cylinder system is a G3/4 female thread. A quick connector is available as an option. This enables the piston-cylinder system to be changed quickly and safely without any tools.

The piston-cylinder systems of the **LR-*Cal* LDW-H** are available in two fundamentally different designs, depending on measuring range.

■ Single-range piston-cylinder systems (for measuring ranges 120 bar and 300 bar or 1,600 psi and 4,000 psi respectively), type **LR-*Cal* LDW-H-EKZ**.
■ Dual-range piston-cylinder systems (for measuring ranges 700 bar, 1,200 bar and 1,400 bar or 10.000 psi, 16.000 psi und 20.000 psi respectively), type **LR-*Cal* LDW-H-DKZ**.

The accuracy is 0.015 % as a standard (optional also to 0.008 or 0.006 %) of reading.

The dual-range piston-cylinder system offers two measuring ranges in one housing with automatic measuring range switching from low-pressure to high-pressure pistons. This provides the user with an extremely flexible measuring instrument that can cover a wide measuring range with high accuracy, with only one piston-cylinder unit and one set of weights. Additionally two test points can automatically be achieved by the operator loading the masses only once (low pressure – high pressure area utilisation).

The entire construction design of the piston-cylinder unit and the very precise manufacturing of the piston and the cylinder stand for excellent operating characteristics with a long free rotation time and low fall rates and for a very high long term stability. Therefore the recommended re-calibration interval is 5 years depending on the conditions of usage.

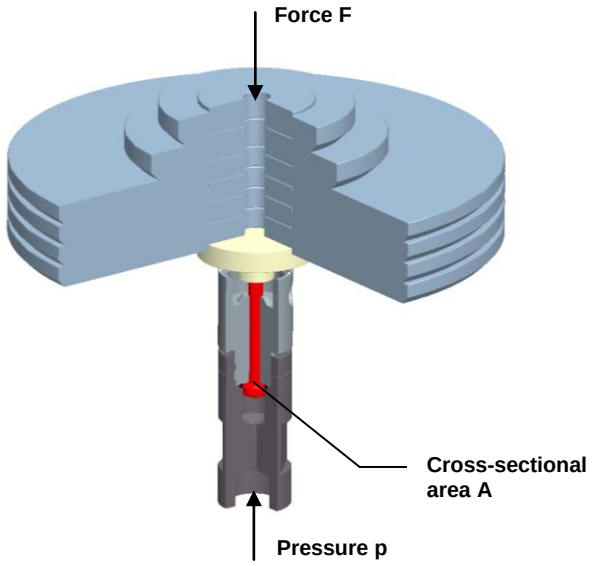
■ Functioning

Depending on the measuring range of the device under test you can fit the instrument basement with the corresponding system. In order to generate the individual test points, the piston-cylinder system is loaded with masses. The weight applied is proportional to the desired pressure and provided by using optimally graduated weights. These weights are manufactured to standard gravity (9.80665 m/s²) although they can be adjusted for customers specific location/gravity value.

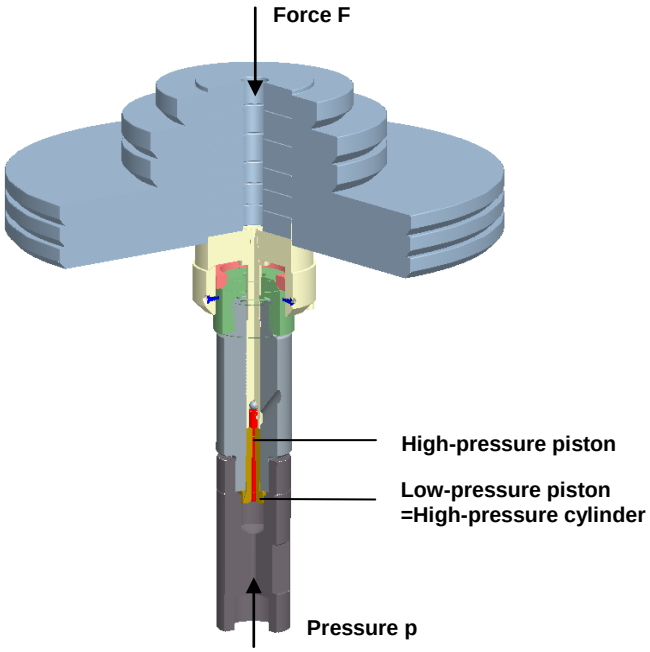
The integrated priming pump and the 250 ml tank enable large test volumes to be easily filled and pressurised. For further pressure increases and fine adjustment, a very precisely-controllable spindle pump is fitted, which is self-contained with in the pump body when in use.

As soon as the measuring system reaches equilibrium, there is a balance of forces between the pressure and mass load applied.

The excellent quality of the system ensures that this pressure remains stable over several minutes, so that the pressure value for comparative measurements can be read without any problems, or also so that more complex adjustments can be carried out on the device under test.



single-range piston-cylinder system
LR-*Cal* LDW-H-EKZ



dual-range piston-cylinder system
LR-*Cal* LDW-H-DKZ

2.2 Basic principle of the Pressure Balance

Their operating principle is based on the physical definition of pressure, the quotient of force and area.

$$\mathrm{Pr}\,essure = \frac{Force}{Area}$$

The key element of the pressure balance is a precision-manufactured piston/cylinder system with a precisely measured cross-sectional area.
To apply a pressure charge to the system, the piston is placed under a load with (calibrated) weight pieces.
Each mass from the set of weights is identified by a nominal weight, which generates a pressure value in the system (assuming standard reference conditions). Each weight has a number and in the calibration certificate describing the mass value to each weight with its resultant pressure value. The weights are chosen according to the desired pressure value.
After that, the integrated spindle pump increases the pressure until the weights are in a floating state.

2.3 Environmental factors

The piston pressure gauge is calibrated to standard reference conditions when it leaves the factory (depending on customer specifications).
If there are significant deviations between the application conditions and the defined reference conditions, appropriate corrections must be made.
Following are the main factors that enter into play and must be considered.

You can download a free of charge MS Excel sheet for making recommended correction calculations: http://www.lr-cal.net/dwt-corrections.zip

2.3.1 Local fluctuations in gravity-value

The local force of gravitation is subject to major fluctuations caused by geographical variation.
The value may differ from one place on earth to another by as much as 0.5 %. Since this value has a direct effect on the measurement, it is essential that it be taken into consideration.

The weight pieces can even be adjusted during manufacturing to match the location where they will be used. Another option, especially if the device will be used at multiple locations, is to perform a calibration to the standard gravity,
"Standard-g = 9.80665 m/s^2".
Then a correction must be performed for each measurement according to the formula below:

$$True\ pressure = \mathrm{Nominal\ value} \cdot \frac{g - Applicatio\,n\,site}{S\,\mathrm{tan}\,dard - g}$$

Example:
Local gravity set during manufacturing: 9.806650 m/s^2
Locale gravity at application site: 9.811053 m/s^2

Nominal pressure: 100 bar

True pressure: $p = p_{\mathrm{Nominal}} \frac{g_{Local}}{g_{S\,\mathrm{tan}\,dard}} = 100\,bar \frac{9.81105}{9.80665} = 100.0449\,bar$

Without the correction, measurements would differ from the nominal applied pressure by 0.05%.

2.3.2 Temperature (Piston/Cylinder)

The effective cross-sectional area of the piston-cylinder system is influenced by temperature.
The effect depends on the material used and is described by the temperature coefficient (TK).

In the event of deviations from standard reference conditions (typically 20°C), the following formula must be used to make a correction:

$$True\ pressure = \text{Nominal value} \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(t_{Appl} - t_{\text{Re}\,ference}\right) \cdot TK\right)}$$

Example:
Reference temperature: 20°C
Temperature during use: 23°C
TK: 0.0022%

$$True\ pressure = 100\,bar \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(23 - 20\right) \cdot 2.2^{-5}\right)} = 99.99340\,bar$$

Without the correction, measurements would differ from the nominal applied pressure by 0.007%.

2.3.3 Ambient conditions

The effects of ambient conditions

- air pressure
- room temperature
- relative humidity

should always be taken into consideration if the highest level of accuracy is required.
Fluctuations in ambient conditions change air density.

The air density affects the pressure through the buoyancy of the weights:

$$Weight = \text{Nominal weight} \cdot \left(1 - \frac{Air\ density}{Weight\ density}\right)$$

The air density is typically 1.2 kg/m^3
The density of the weights (non-magnetic steel) is 7900 kg/m^3

A fluctuation of 5% in the relative humidity causes an additional uncertainty in the measurement of about 0.001%.

2.3.4 How the cross-sectional area responds to pressure

At higher pressures, the effective cross-sectional surface changes due to the pressure load.
The ratio of the cross-section and prevailing pressure is linear within an initial approximation. It is represented by the coefficient of expansion caused by pressure distortion (λ).

$$True\ pressure = \frac{\text{Nominal pressure}}{1 + \lambda \cdot \text{Nominal pressure}}$$

Example:
Measuring point: 1000 bar
System with distortion coefficient: 10^{-7} 1/bar:

$$True\ pressure = \frac{1000}{1 + 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1000} bar = 999.90 bar$$

Without the correction, measurements would differ from the nominal applied pressure by 0.01%.

2.4 Arrangement of control elements

The **LR-*Cal* LDW-H** instrument bases are available in 2 variants:

■ **Standard hydraulic base LR-*Cal* LDW-H-S**
- up to max 1,200 bar / 16,000 psi
- with integrated pressure generation through priming pump and spindle pump
- tubing made of stainless steel (1.4404), 6 x 2 mm
- Standard pressure transmission medium: mineral oil
  Optional: Sebacate oil, brake fluid, Skydrol or Fomblin oil

■ **High-pressure hydraulic base LR-*Cal* LDW-H-H**
- up to max 1,400 bar / 20,000 psi
- with integrated pressure generation through priming pump and spindle pump
- tubing made of stainless steel (1.4404), 6 x 2 mm
- Pressure transmission medium: mineral oil or Sebacate oil

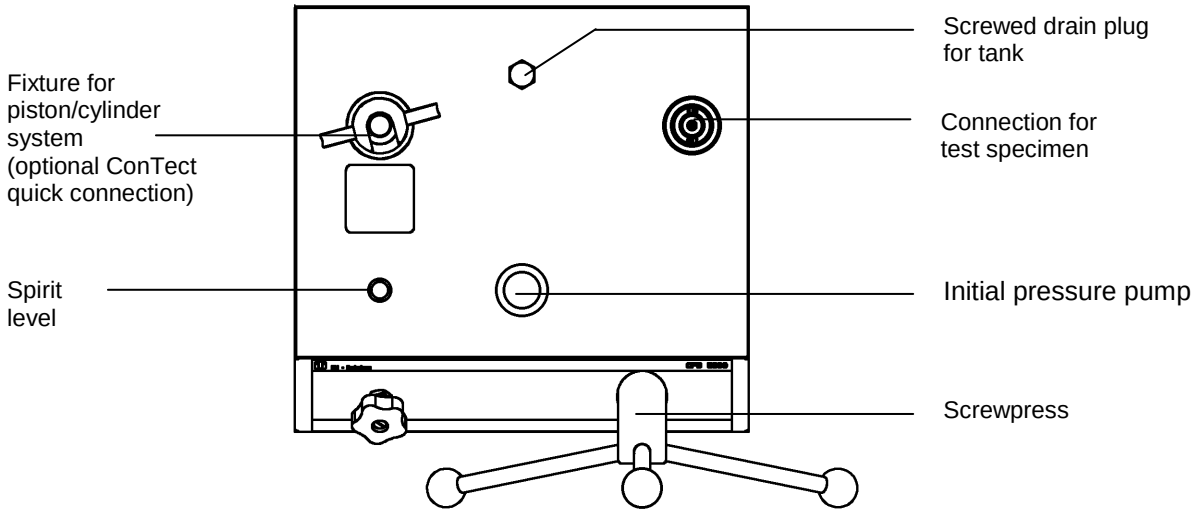
As a standard both instruments bases are fitted with a connection for the piston-cylinder system with G3/4 B (male) thread.

The optional quick connector can be installed as an option allowing a quick and safe change of the piston-cylinder system without the need for tools (not available for the hydraulic high-pressure version!).

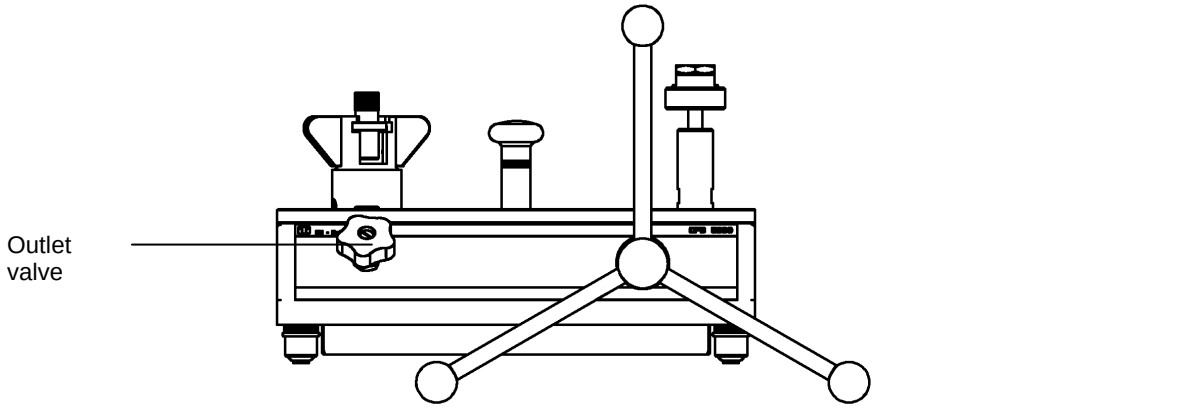
The connection of the test item is made without tools using a quick-connection. Via the freely-rotating knurled nut, the test item can be oriented as required. As standard, a threaded insert with a G1/2 female thread is provided. Other threaded inserts are available to connect the most common pressure measuring instruments.

2.4.1 Standard hydraulic base LR-*Cal* LDW-H-S

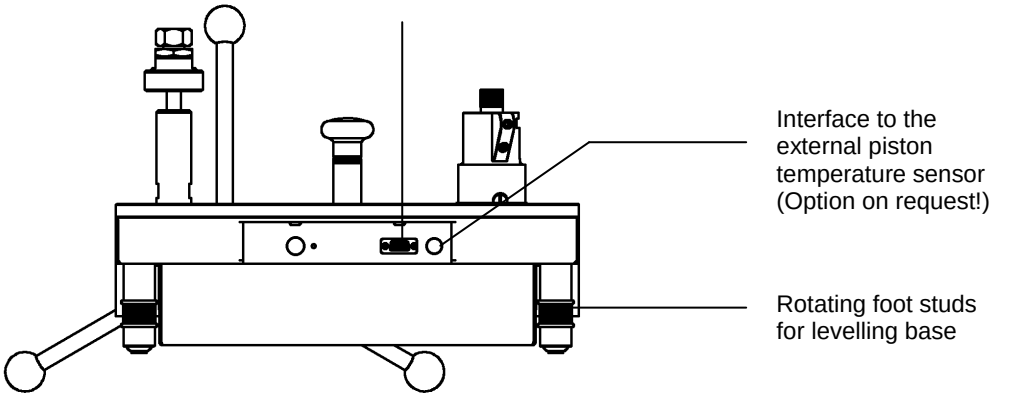
■ **View from above**



■ **Front view**

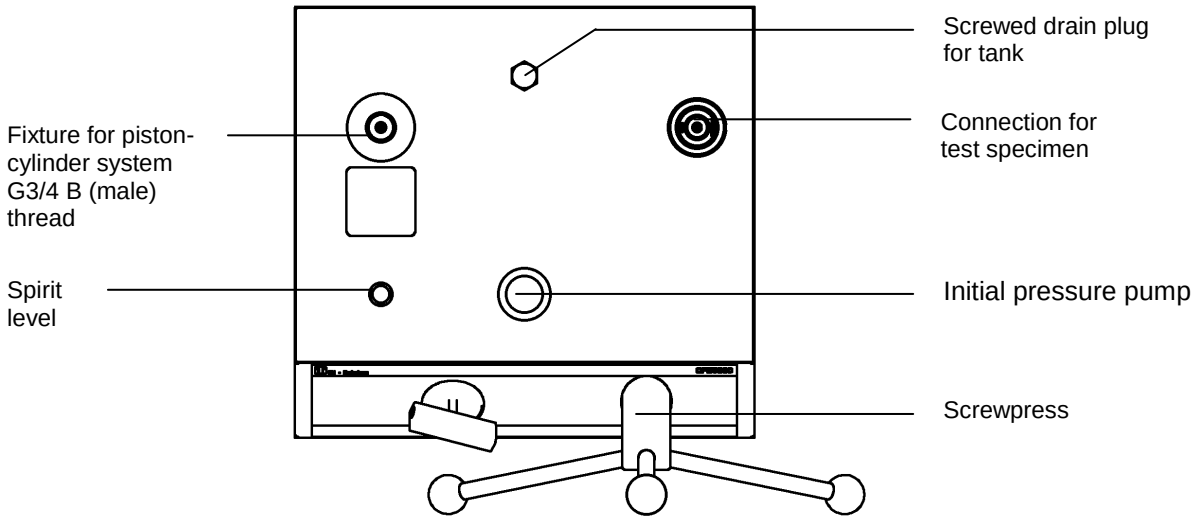


■ **Rear view**

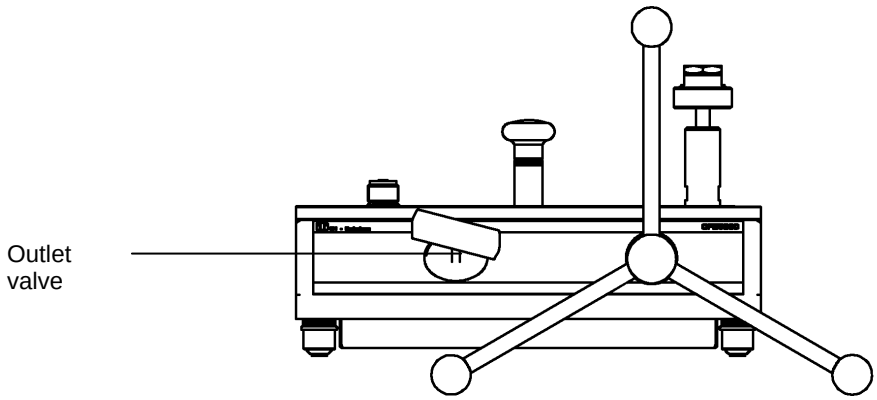


2.4.2 High-pressure hydraulic base LR-*Cal* LDW-H-H

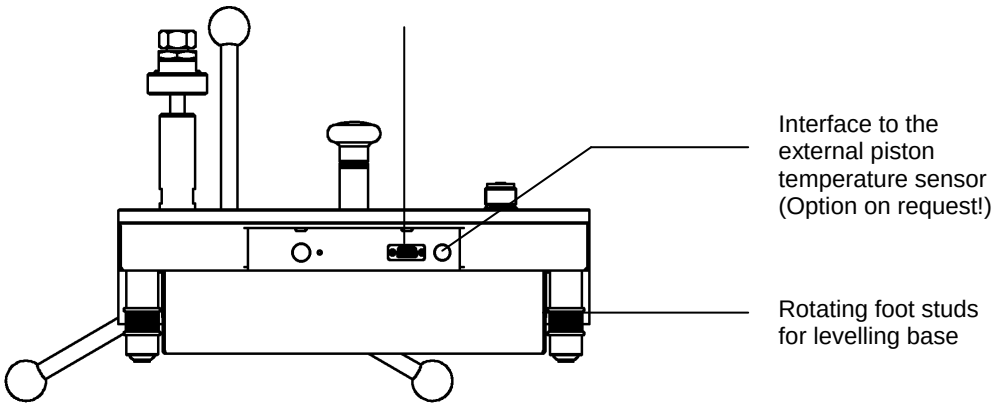
■ **View from above**



■ **Front view**



■ **Rear view**



3. Commissioning and Operation

3.1 Preparation

3.1.1 Setting up the Device

- Set up the pressure balance on a solid surface. If it is not resting on a solid foundation or is subject to vibrations, measurements and safety could be affected. This should be avoided.
- If no temperature control system is present, the device should at least not be placed near a heat element or window. This will reduce drafts and warm air flows as much as possible.
- The spirit level should be used to level the assembly. At this time, rough levelling can be performed without the piston-cylinder system. Using the rotating foot studs, position the device so that it is horizontal. For utmost accuracy, the spirit level should be put on top of the fitted piston and its level adjusted to the horizontal.
- Place the star handle with knobs onto the spindle pump. Ensure that the spring-loaded thrust pad engages into the star handle bushing.
- We recommend unscrewing the spindle pump completely when you start to record measurement values, (turning anticlockwise) to allow enough swept displacement for measurements. The outlet valve must be opened during this process.
- The oil container may need to be filled, or refilled (volume 250 ml). For this purpose, the locking screw with the oil filling symbol on top of the basement must be opened. Special oil must be used for refilling (1 litre supplied, or available as accessory). The system must be vented before initial filling, or after a complete oil change. For this purpose, please proceed according to section 5.3.3.
- The protection film on the screwed drain plug of the oil container need to be removed before operating (coverage of the ventilation hole during transportation).

3.1.2 Hydraulic pressure mediums used

Mineral oil based hydraulic fluid

An hydraulic mineral oil with a viscosity grade VG22 is used as standard.

Certain customers may wish to use the piston unit on other hydraulic fluids. Before attempting this, the following should be checked:
Pressure medium is compatible with bronze, hardened tool steel tungsten carbide and with o-rings/composite seals used in the assembly. Special seal kits are available for certain pressure mediums.
The new pressure medium being used will have inherent physical properties (density, surface tension) that may affect the utmost accuracy of the unit. Units that have been manufactured for a non-standard pressure medium will have had its calibrated mass adjusted for the fluids buoyancy and surface tension components. If the piston unit has not been specially calibrated, the accuracy of the unit will be reduced, and this should be taken into account.

Skydrol 500B

The instrument base is also available for use on Skydrol 500B or any other phosphate ester based fire resistant liquid. This base is fitted with Ethylene Polypropylene (EP) seals. The operating characteristics of the piston-cylinder system should be tested on Skydrol. EP seals are not suitable for mineral oils.

Note that continual immersion of the instrument housing in Skydrol will cause deterioration. Spillage should be wiped off the housing / cover immediately.

Brake fluids

The instrument base for use on non-petroleum based brake fluids should be ordered fitted with EP seals and the operating characteristics of the piston-cylinder system should be tested on the liquid. This liquid is known by the following names:
FMVSS No.116, DOT3 or DOT4, SAE J 1 703, BS AU 174:Part 2, IS04925.

Other fluids

The instrument base can be used on silicone based fluids, sebacate based fluids, or inert perfluorinatedpolyethers such as Fluorolube, Fomblin, Halocarbon, which are of the viscosity as the standard mineral oil based hydraulic fluid mentioned above and are chemically inert, being suitable for contact with metals and with the nitrile seals which are standard on the base.

3.1.3 Installing the piston-cylinder system

- The piston-cylinder system that is used depends on the device to be tested. You should select a system with a comparable or higher measuring range.

- The connection for the piston-cylinder system in the instrument base is available in 2 different versions:
  - Connection for piston-cylinder system with G3/4 B (male) thread (see section 3.1.3.1)
  - Connection for piston-cylinder system with optional quick connector, not for the 1,400 bar-version (see section 3.1.3.2)

3.1.3.1 Connection for piston-cylinder system with G3/4 B (male) thread

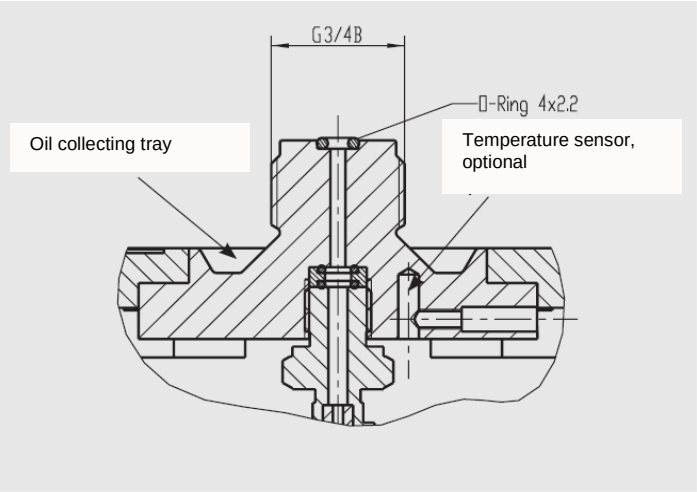
Before removing the transit plug on the connector for the piston-cylinder system, make sure the system is not under pressure (open the outlet valve).

- The piston-cylinder system is inserted vertically onto the thread of the piston receptacle, and tightened by hand. Excess force is not required to achieve an effective seal. An O-ring seal is already fitted, so no additional sealing material is required.

Ensure that the sealing surface of the piston-cylinder system is clean.

Check the o-ring in the piston stand is correctly seated and for any sign of wear. Replace, if necessary.

- For an exact alignment of the device, the spirit level may be removed from the base plate and placed on the top of the fitted piston-cylinder system. This will ensure the most accurate levelling of the piston-cylinder system.



3.1.3.2 Connection for piston-cylinder system with optional quick connector

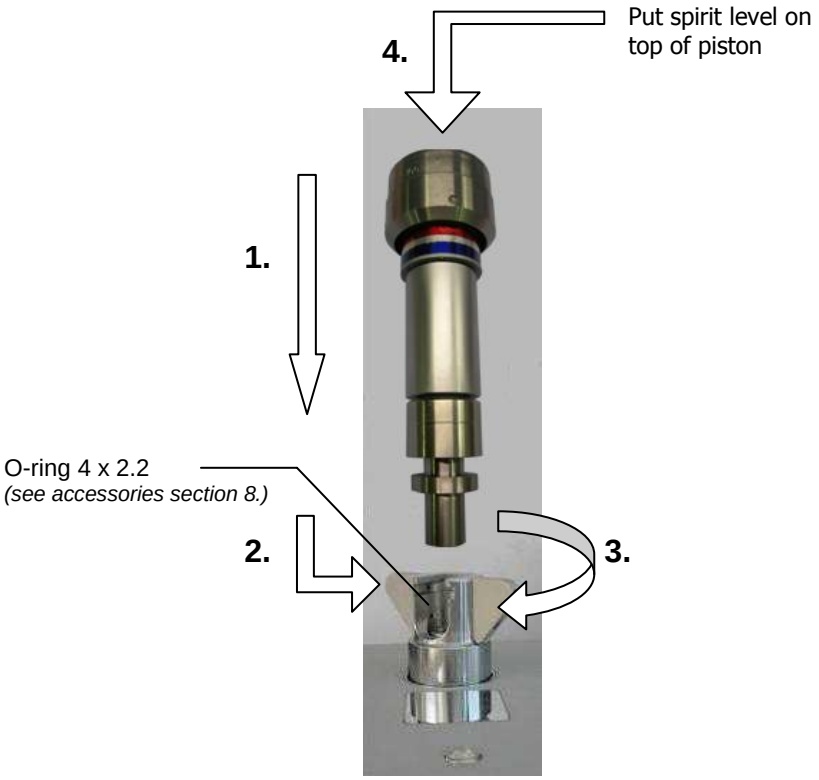
Before releasing the transit plug in the quick-release mechanism, make sure the system is not under pressure (open the outlet valve).

- Place the piston-cylinder system vertically in the quick connector.

Ensure that the sealing surface of the piston-cylinder system is clean.

Check the o-ring in the quick connector stand is correctly seated and for any sign of wear. Replace, if necessary.

- Turning the butterfly screw about one and a half turn clockwise (as far as it will go) is enough to screw the system in place with an automatic seal (finger-tight).
- For an exact alignment of the device, the spirit level may be removed from the base plate and placed on the top of the fitted piston-cylinder system. This will ensure the most accurate levelling of the piston-cylinder system.



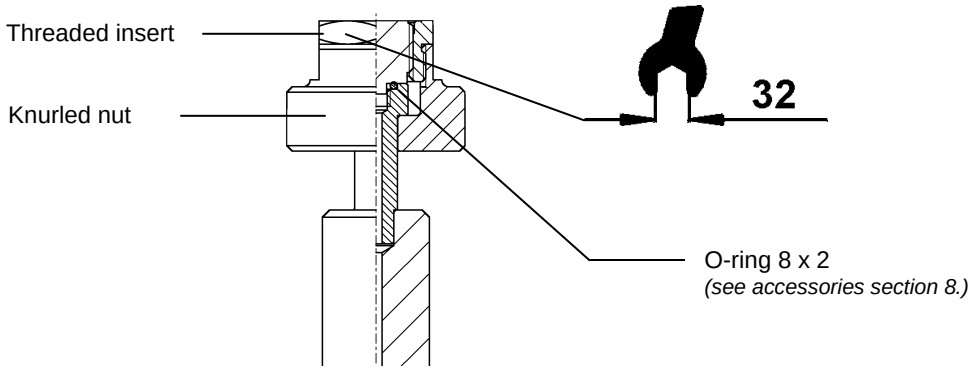
3.1.3 Connecting the device under test

- Place the device to be calibrated/verified in the quick connector with the knurled nut. It can be freely positioned. Hand-tightening will suffice for effective sealing.
- To calibrate instruments with rear/back entry connections, use the 90° angle connection (see accessories section 8, order-code CPB5000-WA90).

Check the o-ring in the test stand is correctly seated and for any sign of wear. Replace, if necessary.
Please see to it, that each instrument mounted to the pressure balance must be clean inside.

- The quick connector comes equipped with a G 1/2 threaded insert in the standard delivery package.

When you are calibrating devices with different connection threads, the threaded inserts can be changed as appropriate (see accessories "Adapter Set"). For short connection threads an additional sealing insert (content of the adapter set) can be mounted onto the existing sealing surface in the knurled nut.



3.1.4 Venting the System

After installing the piston-cylinder system and the device under test, air may be trapped in the system. The system may be vented before beginning the calibration using the following procedure:

- The piston-cylinder system and the device under test must be clamped, and the complete weight set must be loaded on the piston-cylinder system.
- Generate a pressure of approximately 50 bar using the priming pump
- Increase the pressure with the spindle pump until just below the final value of the measuring range of the piston-cylinder system, or of the device under test (the smaller pressure range is the decisive factor).

Important: The piston-cylinder system must remain in its lower position for this operation, i.e. not yet moving into equilibrium.

- Open the outlet valve slowly, any trapped air will escape into the tank

This procedure may need to be repeated 1 to 2 times in order to remove all trapped air.

The device is now ready to use.

3.2 Operation

3.2.1 Procedure for single-range piston-cylinder system LR-*Cal* LDW-H-EKZ 1600 psi or 120 bar

3.2.1.1 Mass loading

- Load the piston head with masses equivalent to the required pressure calibration point required. Ensure the masses are correctly located in its respective spigot/recess.

  Each mass has the following markings:
  -Pressure Value
  -Piston Area
  -Weight Set number

For high accuracy calibration, an additional marking (letter or letter/number combination) is marked on the mass. This is to identify masses of similar nominal pressure values, and thus obtain the actual mass value (grams) of said item.

- This piston-cylinder unit has a basic head mass equivalent to 10 psi. If calibration is required in another pressure unit, the first mass applied to the piston head should be the make-up mass (small mass with '+PISTON' marking).

3.2.1.2 Approaching the pressure value

- The system must first be filled with oil and pre-compressed.
- For this the outlet valve must be closed.
- Operate the priming pump for several strokes. The pressure increases to a maximum of about 50 bar (depending on the volume of the connected test specimen).
- After that, increase the pressure by turning the built-in spindle pump clockwise.
- Just before the generated pressure reaches the actual calibration point, the weights should be rotated by hand (approx 30-40 RPM) to minimise the effect of friction. Care should be applied when rotating the masses that no un-necessary transverse loads are applied to the piston.

Never rotate the piston-cylinder unit, if the piston is in the lower or upper block position.

3.2.1.3 Pressure stable

- Continue generating pressure until the system is in a state of equilibrium.
- As the pressure calibration point is achieved, the piston will begin to move in an upward direction to its 'FLOATING' position. The 'FLOATING' (free rotation) position is between 1-7mm above the cylinder. To confirm this, the operator can press down lightly (use index finger) onto the top of the masses applied. If the piston and masses appear to bounce (move freely up and down) the piston unit is at pressure value of masses applied.

As there is only a small pressure change required between the piston floating/not floating we recommend turning the pump spindle slowly and evenly clockwise.

- The piston and thus the test pressure as well now remain stable for several minutes.

3.2.2 Procedure for single-range piston-cylinder system LR-*Cal* LDW-H-EKZ 4000 psi or 300 bar

3.2.2.1 Mass load

- The piston head has a tapped hole in its utmost surface. To achieve its initial start pressure value (30 psi or 2 bar) a designated hexagonal mass must be screwed into the piston head. This should be applied before starting any calibration.
- Load the piston head with masses equivalent to the required pressure calibration point required. Ensure the masses are correctly located in its respective spigot/recess.

  Each mass has the following markings:
  -Pressure Value
  -Piston Area
  -Weight Set number

For high accuracy calibration, an additional marking (letter or letter/number combination) is marked on the mass. This is to identify masses of similar nominal pressure values, and thus obtain the actual mass value (grams) of said item.

3.2.2.2 Approaching the pressure value

- The system must first be filled with oil and pre-compressed.
- For this the outlet valve must be closed.
- Operate the priming pump for several strokes. The pressure increases to a maximum of about 50 bar (depending on the volume of the connected test specimen).
- After that, increase the pressure by turning the built-in spindle pump clockwise.
- Just before the generated pressure reaches the actual calibration point, the weights should be rotated by hand (approx 30-40 RPM) to minimise the effect of friction. Care should be applied when rotating the masses that no un-necessary transverse loads are applied to the piston.

Never rotate the piston-cylinder unit, if the piston is in the lower or upper block position.

3.2.2.3 Pressure stable

- Continue generating pressure until the system is in a state of equilibrium.
- As the pressure calibration point is achieved, the piston will begin to move in an upward direction to its ‘FLOATING’ position. The ‘FLOATING’ (free rotation) area is when the bottom edge of the auxiliary cylinder fitted to the piston head has risen to a position within the knurled area of the stud fitted to the piston unit. To confirm this, the operator can press down lightly (use index finger) onto the top of the masses applied. If the piston and masses appear to bounce (move freely up and down) the piston unit is at pressure value of masses applied.

As there is only a small pressure change required between the piston floating/not floating we recommend turning the pump spindle slowly and evenly clockwise.

- The piston and thus the test pressure as well now remain stable for several minutes.

3.2.3 Procedure for all dual-range piston-cylinder systems LR-*Cal* LDW-H-DKZ

3.2.3.1 Mass load

- Load the piston head with masses equivalent to the required pressure calibration point required. Ensure the masses are correctly located in its respective spigot/recess.

  Each mass has the following markings:
  -Low Pressure/High Pressure Value
  -Low Pressure/High Pressure Piston Area
  -Weight Set number

For high accuracy calibration, an additional marking (letter or letter/number combination) is marked on the mass. This is to identify masses of similar nominal pressure values, and thus obtain the actual mass value (grams) of said item.

- All dual-range piston-cylinder units have a basic head mass equivalent to 10 psi (on low pressure area). If calibration is required in another pressure unit, the first mass applied to the piston head should be the make-up mass (small mass with '+PISTON' marking)

3.2.3.2 Approaching the pressure value

- The system must first be filled with oil and pre-compressed.
- For this the outlet valve must be closed.
- Operate the priming pump for several strokes. The pressure increases to a maximum of about 50 bar (depending on the volume of the connected test specimen).
- After that, increase the pressure by turning the built-in spindle pump clockwise.
- Just before the generated pressure reaches the actual calibration point, the weights should be rotated by hand (approx 30-40 RPM) to minimise the effect of friction. Care should be applied when rotating the masses that no un-necessary transverse loads are applied to the piston.

Never rotate the piston-cylinder unit, if the piston is in the lower or upper block position.

3.2.3.3 Pressure stable

- Continue generating pressure until the system is in a state of equilibrium.
- As the pressure calibration point is achieved, the piston will begin to move in an upward direction to its 'FLOATING' position. On all dual range models, it has two 'FLOATING' (free rotation) positions to correspond with the dual area piston unit.
  One is for the low pressure area, and is indicated when a blue band with silver dashes becomes visible.
  One is for the high pressure area, and is indicated when a red band with silver dashes becomes visible.
  The bottom chamfered edge of the piston head floating anywhere within the above mentioned bands indicates the piston unit is at pressure value of masses applied for the area it is operating on. To confirm this, the operator can press down lightly (use index finger) onto the top of the masses applied. If the piston and masses appear to bounce (move freely up and down) the piston unit is at pressure value of masses applied.

As there is only a small pressure change required between the piston floating/not floating we recommend turning the pump spindle slowly and evenly clockwise.

- The piston and thus the test pressure as well now remain stable for several minutes.

- Once a pressure calibration point on the low pressure area has been achieved, the operator can increase the system pressure until the second calibration point is achieved on the high pressure area. This change-over of pressure areas is fully automatic, the only visible indication will be a small amount of oil leakage appearing from an angled hole in the side of the body. This is normal, and should not cause any undue concern.

3.2.4 Next pressure level

- After the calibration point has been achieved, if further calibration points are required the operator should stop the rotation of the piston unit and carefully add additional masses to the piston/mass set before increasing pressure.
- If required to calibrate pressure points at low values than the last calibration point, the operator should stop the rotation of the piston unit and carefully remove the required masses, before adjusting system pressure to required value.

3.2.5 Releasing pressure

- Turn the spindle pump anticlockwise to release pressure in the system.
- If the pressure is close to the next test level, make the fine adjustment with the star handle.
- Once all calibration points have been completed, the operator should remove all pressure from the system, and then carefully remove all masses, making unit ready for next calibration.

Attention: In this case the piston must stay in the lower position!

Caution:
The piston is lowered very quickly just before equilibrium is achieved.

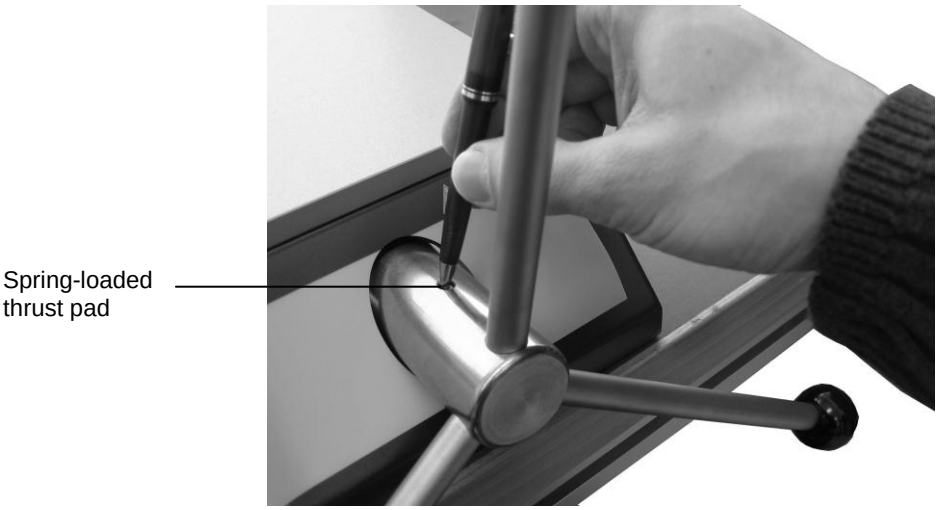
Caution:
Do not remove masses completely from the piston-cylinder system under pressure.

3.3 Disassembly

- After all pressure points have been achieved, open the outlet valve.
- Now the device under test can be removed from the test stand and all masses can be removed from the piston-cylinder system.
- If there is another device under test with the same measurement range, the piston-cylinder system can stay clamped in place.
- Otherwise, we recommend removing the system and then storing it in its protective container.

Do not disconnect the test specimen or the piston-cylinder system until the pressure in the pressure balance has been completely released.

- In order to remove the star handle from the spindle pump, the spring-loaded thrust pad must be pressed downward with the aid of a small screwdriver, or a ball-point pen. The star handle may now be pulled off toward the front.



4. Troubleshooting measures

If faults cannot be rectified by the operator, the system must be withdrawn from operation immediately and this information of the fault condition be supplied to the manufacturer.

Repairs must only be carried out by the manufacturer. Unauthorized repairs and changes on the appliance are not allowed.

Table: Fault description and measures

Type of fault	Measures
I. Unable to build up pressure / leak in the system	■ Check if there is enough fluid in the system/reservoir. ■ Close outlet valve correctly ■ **Attention:** Do not over tighten outlet valve more than finger tight, otherwise the valve seat could be damaged. ■ Check whether the seals have been placed in the clamp for the piston-cylinder system and test specimen and whether they are properly positioned.
II. Unable to build up pressure, or range cannot be reached	■ After the clamping of the piston-cylinder system and the test specimen, air may be trapped in the system. ■ **Please note:** The system should be vented before beginning with calibration. For this purpose, proceed according to section 3.1.4. ■ Afterwards, build the pressure back up.
III. Slow lowering of the piston in equilibrium	■ Leak in the system, see fault I. ■ After the clamping of the piston-cylinder system and the test specimen, air may be trapped in the system, see point II. ■ Afterwards, build the pressure back up.
IV. Piston is not rotating or does not respond readily	■ **Attention:** If the piston is not turning easily or appears to be 'sticking', do not under any circumstances force it to turn. Doing so could cause lasting damage that would seriously affect measurement accuracy. ■ The piston must be cleaned (see section 5.1.1)

Further help can be found through DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH, Germany.

5. Maintenance and Care

5.1 Cleaning

5.1.1 Piston-cylinder system

To provide a method of cleaning piston units if they are to be put in storage for a length of time, are being used on different pressure mediums or possibly not functioning correctly due to contamination.

Introduction

The accuracy of a dead-weight tester depends primarily on the effective area of the piston unit and on the weights applied to the piston. The effective area of the piston unit can be affected by wear of the unit. This is generally caused by contamination of the oil in the tester by foreign matter from instruments being calibrated, by water, or by chemicals from instruments, or by rust or corrosion caused by contaminants.

Tools Required

The following sections describe the necessary tools to dis-mantle the piston units for cleaning. This part provides details of consumables that will be required to ensure the unit operational capacity is not degraded.

Degreasing Fluid:
There are many different types of degreasing agents in commercial use. The fluid that should be used is one that does not leave any residue on the highly polished piston or cylinder surfaces.

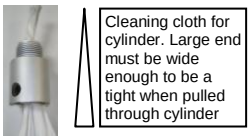
Cleaning Cloth:
Cloth used should not leave any particles in use. ‘Lint-Free’ cloth is the preferred material to use.

Do not use any polishing compounds to remove any marks on the piston or cylinder. Use of such compounds, will alter its size, and thus change the calibrated effective area of the piston unit.

We recommend you to clean the piston-cylinder systems after every use as needed. Poor sensitivity or short free turning duration are indications the system needs to be cleaned.

To do this, remove the piston-cylinder system from the base and disassemble it as described in the following references.

5.1.1.1 Procedure for single-range piston-cylinder system LR-*Cal* LDW-H-EKZ 1600 psi / 120 bar

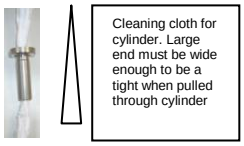
	TOOLS Required: 30mm A/F wrench, o-ring removal tool, Ø10 Tommy bar, 1/16” A/F Allen key, Lint free cleaning cloth
	Stand piston unit on table, and using the Ø10 Tommy bar and 30mm A/F wrench unscrew anti-clockwise as shown. Remove o-ring in piston adaptor
	Using 1/16” A/F Allen key remove the piston stop collar. Once removed, lift the cylinder in a vertical direction until it is no longer engaged to the piston. Place all parts in a clean and stable location
	Degrease all metal components. The piston and cylinder (see picture) should be wiped with lint-free cloth, and examined for longitudinal scratches. For cleaning cylinder, cut a 500mm long tapered length of lint-free as shown
	Stand piston in vertical orientation and apply pressure medium to piston. Slide cylinder onto piston in the vertical orientation. DO NOT FORCE – this should be a precision sliding fit.
	Re-fit the piston stop collar using 1/16” A/F Allen key. Ensure the fixing screw is correctly located in the recess in the piston. Failure to achieve this may result in the piston coming out of its cylinder when under pressure.
	Fit clean/compatible o-ring to piston adaptor, and using the Ø10 Tommy bar and 30mm A/F wrench screw piston adaptor onto cylinder clockwise as shown.

Never touch the cleaned piston with your bare hands. The natural dermal-grease can cause a jamming of the piston-cylinder system.

Never press the piston forcibly into the cylinder.
Otherwise it is damaged.

The system is now ready to use again.

5.1.1.2 Procedure for single-range piston-cylinder system LR-*Cal* LDW-H-EKZ 4000 psi / 300 bar

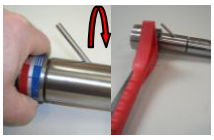
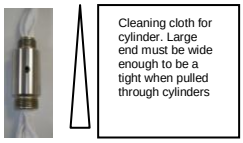
	TOOLS Required: O-ring removal tool, Lint free cleaning cloth
	Stand piston assembly on table, and unscrew anti-clockwise as shown. Remove o-ring in piston adaptor
	Withdraw the piston from its cylinder in a vertical direction. Once piston is out of the cylinder, withdraw the cylinder from the auxiliary cylinder.
	Degrease all metal components.
	The piston and cylinder (see picture) should be wiped with lint-free cloth, and examined for longitudinal scratches. For cleaning cylinder, cut a 500mm long tapered length of lint-free as shown
	Apply pressure medium to cylinder outside diameter. Fit cylinder into clamping nut, and the fit cylinder into auxiliary cylinder/head as shown. DO NOT FORCE – this should be a precision sliding fit.
	Stand cylinder assembly on table and fit piston to cylinder as shown. DO NOT FORCE – this should be a precision sliding fit.
	Fit clean/compatible o-ring to piston adaptor, and screw piston adaptor onto cylinder clockwise as shown.

Never touch the cleaned piston with your bare hands. The natural dermal-grease can cause a jamming of the piston-cylinder system.

Never press the piston forcibly into the cylinder.
Otherwise it is damaged.

The system is now ready to use again.

5.1.1.3 Procedure for all dual-range piston-cylinder systems LR-*Cal* LDW-H-DKZ

	TOOLS Required: 30mm A/F wrench, o-ring removal tool, Ø4.8 Tommy bar, rubber strap wrench, Lint free cleaning cloth
	Grasp coloured indicating band cap and fit Ø4.8 Tommy bar into angled hole of low pressure cylinder and unscrew anti-clockwise 1 full rotation as shown. If you cannot separate the 2 parts, a rubber strap wrench should be employed
	Stand piston assembly on table, and unscrew anti-clockwise as shown. Slide the main diameter in a vertical direction until it becomes clear of high pressure piston.
	Fit Ø4.8 Tommy bar into angled hole of low pressure cylinder and 30mm A/F wrench to pressure adaptor and unscrew anti-clockwise. Remove the LP piston.
	Remove o-ring in piston adaptor. Degrease all metal components - do not degrease coloured band cap
	The HP and LP piston, auxiliary and cylinder (see picture) should be wiped with lint-free cloth, and examined for longitudinal scratches. For cleaning cylinder, cut a 500mm long tapered length of lint-free as shown
	Apply pressure medium to auxiliary. Insert piston head/auxiliary sub-assembly into low pressure cylinder DO NOT FORCE – this should be a precision sliding fit.
	Apply pressure medium to LP piston (inside and outside). Insert LP piston into low pressure cylinder DO NOT FORCE – this should be a precision sliding fit.
	Fit clean/compatible o-ring to piston adaptor, and screw piston adaptor onto cylinder clockwise as shown.

Never touch the cleaned piston with your bare hands. The natural dermal-grease can cause a jamming of the piston-cylinder system.

**Never press the piston forcibly into the cylinder.
Otherwise it is damaged.**

The system is now ready to use again.

5.1.2 Weight Set

- The weights should be handled with gloves.
- If fingerprints or other impurities are found on the weight pieces in spite of this precaution, they can be removed with a suitable degreasing fluid.

5.2 Consumable Parts

O-rings in the piston-cylinder retaining system and test stand are subjected to wear. Both O-rings must be checked if they are correctly seated and for any wear before any calibrating is performed. If necessary, the O-rings must be replaced in regular intervals, or whenever necessary (see Accessories, section 8).

Important: Use original seals only. Seals having deviant measurements, or materials, or material grades, may cause damage to the device and test specimen, and pose a danger for the operator.

5.3 Changing the hydraulic pressure medium

The hydraulic oil should be changed whenever visible contamination is present.

5.3.1 Removing hydraulic pressure medium

- Open the locking screw with the oil filling symbol on top of the base. Depress priming pump and wind spindle pump fully clockwise.
- Siphon the oil out of the tank, for example, by using a suitable syringe
- Small amounts of oil residue additionally may be siphoned off the connections with the receptacle for the piston-cylinder system and test specimen connection opened and with the outlet valve closed, by means of slowly turning in of the spindle pump
- Minute amounts of oil residue may remain in the piping

In case of severe contamination of the hydraulic oil, the complete cleaning of the piping and of all media-contacted individual components of the basement in a dismantled state may be advisable. This procedure may be performed by the manufacturer only.

Waste oil must be disposed of according to legal requirements.

5.3.2 Filling in of hydraulic pressure medium

- Turn in the spindle pump clockwise until it reaches the initial stop
- Close the outlet valve
- Open the locking screw with the oil filling symbol on top of the instrument base
- Fill with required pressure medium (1 litre supplied, or available as accessory) via the tank opening, until the fill level reaches the thread of the tank opening (approximately 250ml). The fill level must always be observed.
- Rotate the spindle pump counter-clockwise until it reaches the rear stop. The pressure medium is automatically transferred out of the tank into the system.
- Close the tank opening with the locking screw

5.3.3 Venting of the System (after Complete Filling only)

After initial filling, or after a complete pressure medium change, air may be trapped in the system. The system should be vented using the following procedure:

- The piston-cylinder system and test specimen connections must be open
- Close the outlet valve
- Twist out the spindle pump counter-clockwise until it reaches the rear stop.
- Carefully operate using the priming pump, while continuously observing the filling medium in the open piston-cylinder system and test specimen connections. At this point, trapped air escapes toward the exterior by means of the formation of bubbles. The priming pump must be operated until air bubbles no longer appear.
- Any oil escaping in the open piston-cylinder system and test specimen connections should be wiped clean before commencing any other operation.

5.4 Recalibration

The recommended interval between recalibrations is 5 years depending on the conditions of usage.

This interval assumes the system and weights are handled carefully.
If the system is used in harsh/industrial environments, we recommend shortening the interval to about three years.

The pressure balance should be immediately maintained and recalibrated, if:

- the operating characteristics deteriorate (duration of free rotation, sink rate, sensitivity)
- the weight pieces are damaged or corroded

For recalibration or if you have questions about the optimal recalibration cycle, we would be happy to assist you:

DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH
Bahnhofstr. 33
D-72138 Kirchentellinsfurt / GERMANY
Tel.: +49 (0) 7121-90920-0
Fax: +49 (0) 7121-90920-99
E-Mail: DT-Export@Leitenberger.de
http://www.LR-Cal.net

6. Specifications

Version		Single piston ranges		Double piston ranges		
Measuring range 1)	**bar, kg/cm²**	**1…120**	**2…300**	**1…60 / 10…700**	**1…60 / 20…1,200**	**1…60 / 20…1,400**
Required masses	kg	49.7	49.6	57.4	49.2	57.4
Smallest step 2) (standard mass set)	bar, kg/cm²	0.5	2.5	0.5 / 5.0	0.5 / 10	0.5 / 10
Smallest step 3) (increment weights)	bar, kg/cm²	0.02	0.05	0.01 / 0.1	0.01 / 0.2	0.01 / 0.2
Nominal cross-sect. area of piston	cm²	0.4032	0.1613	0.8065 / 0.0807	0.8065 / 0.0403	0.8065 / 0.0403
Measuring range 1)	**psi, lb/in²**	**10…1.600**	**30…4.000**	**10…800 / 100…10,000**	**10…800 / 200…16,000**	**10…800 / 200…20,000**
Required masses	kg	45.5	45.3	56.4	45	56.4
Smallest step 2) (standard mass set)	psi, lb/in²	5	20	5 / 50	5 / 10	5 / 100
Smallest step 3) (increment weights)	psi, lb/in²	0.2	0.5	0.1 / 1	0.1 / 2	0.1 / 2
Nominal cross-sect. area of piston	cm²	0.4032	0.1613	0.8065 / 0.0807	0.8065 / 0.0403	0.8065 / 0.0403
Measuring range 1)	**kPa**	**100…12,000**	**200…30,000**	**100…6,000 / 1,000…70,000**	**100…6,000 / 2,000…120,000**	**100…6,000 / 2,000…140,000**
Required masses	kg	49.7	49,6	57.4	49.2	57.4
Smallest step 2) (standard mass set)	kPa	50	250	50 / 500	50 / 1,000	50 / 1,000
Smallest step 3) (increment weights)	kPa	2	5	1 / 10	1 / 20	1 / 20
Nominal cross-sect. area of piston	cm²	0.4032	0.1613	0.8065 / 0.0807	0.8065 / 0.0403	0.8065 / 0.0403
Accuracies						
Standard 4) 5)	% MV	0.015	0.015	0.015	0.015	0.025
Optional 4) 5)	% MV	0.007	0.006	0.006	0.007	0.007
Pressure transmission medium						
Standard		Hydraulic fluid based on mineral oil VG22				
Optional		Sebacate oil Brake fluid Skydrol Fomblin oil	Sebacate oil Brake fluid Skydrol Fomblin oil	Sebacate oil Brake fluid Skydrol Fomblin oil	Sebacate oil Brake fluid Skydrol Fomblin oil	Sebacate oil --- --- ---
Material						
Piston		Steel	Steel	Tungsten carbide / steel	Tungsten carbide / steel	Tungsten carbide / steel
Cylinder		Bronze	Steel	Steel / Tungsten carbide	Steel / Tungsten carbide	Steel / Tungsten carbide
Mass set		Stainless steel, non-magnetic				
Weight						
Piston-cylinder system	kg	1	0.8	2	2	2
Storage case for piston-cylinder system	kg kg	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
"bar" standard mass set (in 2 wooden cases)	kg	61.3	61.2	69	60.8	69
"psi" standard mass set (in 2 wooden cases)	kg	57.1	56.9	68	56.6	68
"bar" incremental weights	kg	0.33	0.5	0.5	0.5	0.5
"psi" incremental weights	kg	0.23	0.34	0.34	0.34	0.34
Dimensions						
Carrying case for standard mass set	mm	W 400 x D 310 x H 310				
Storage case for piston-cylinder systems (optional)	mm	W 300 x D 265 x H 205				

1) Theoretical starting value; corresponds to the pressure value generated by the piston or the piston and its make-up weights (by their own weight). To optimise the operating characteristics more weights should be loaded.
2) The smallest pressure change value that can be achieved based on the standard weight set. To reduce this, a set of trim masses is also available.
3) The smallest pressure change value that can be achieved based on the optional fine increment weights. For further reductions, an accessory of class M1 or F1 trim masses is available.
4) The accuracy from 10 % of the measuring range is based on the measured value. In the lower range, a fixed error based on 10 % of the range applies.
5) Measurement uncertainty assuming reference conditions (ambient temperature 20 °C, air pressure 1013 mbar, relative humidity 40 %). For operation without a CalibratorUnit, corrections must be made if required.

Basement versions	
Hydraulic standard **LR-*Cal* LDW-H-S**	up to max. 1,200 bar / 16,000 psi; with internal pressure generation
Hydraulic high-pressure **LR-*Cal* LDW-H-H**	up to max. 1,400 bar / 20,000 psi; with internal pressure generation
Pressure transmission medium	
Standard	Hydraulic fluid based on mineral oil VG22
Optional	Sebacate oil, brake fluid, Skydrol or Fomblin oil (dependant upon measuring range)
Oil reservoir	250 cm³
Connections	
Connection for piston-cylinder system	3/4" BSP male; Optional: quick-release connector (max. 1,200 bar) (Note: Quick-release connector NOT for 1,400 bar version)
Test item connector	1/2" BSP female quick connector as standard, freely rotating, changeable (for other threaded inserts, see "Accessories")
Material	
Piping in instrument base	Stainless steel 1.4404, 6 x 2 mm
Weight	
Basement standard **LR-*Cal* LDW-H-S**	18.0 kg (19.0 kg with optional quick-release connector)
Basement high-pressure **LR-*Cal* LDW-H-H**	18.0 kg
Storage case for the base	8.5 kg
Permissible ambient conditions	
Operating temperature	18…28°C
Dimensions	
Base (both versions)	W 400 x D 375 x H 265 mm

Conformity and Certificate

CE conformity	
Pressure equipment directive	97/23/EC (module A)
Certificate	
Calibration	Certificate of Calibration (3.1, factory certificate, traceable) Optional: UKAS- (DKD-/DAkkS-) certificate of calibration

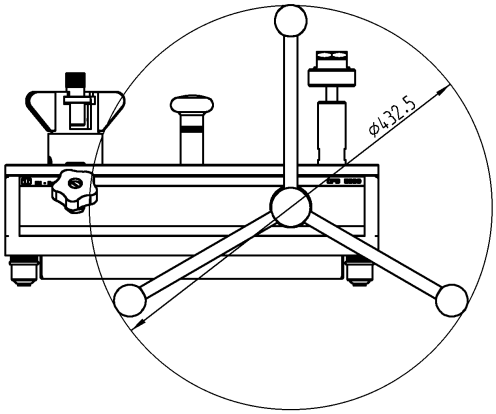
Scope of delivery

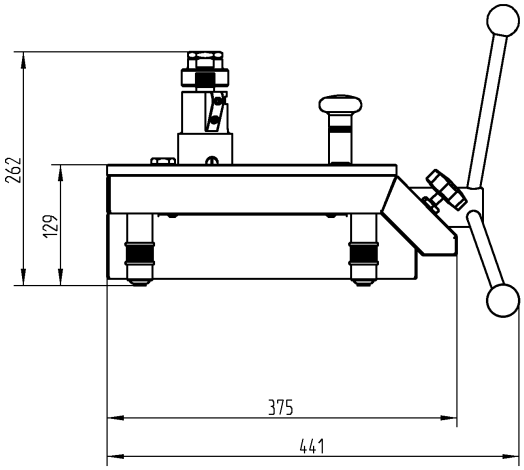
- Base with dust protection cover
- Priming pump
- Spindle pump for pressure generation and fine adjustment
- Piston connection with G3/4 B (male) thread
- Quick connector for test items with G ½ (female) threaded insert, changeable
- Piston-cylinder system
- Standard mass set in carrying case
- Set of masses manufactured to standard gravity (9.80665 m/s²)
- VG22 mineral oil (1.0 litre)
- Operating instructions in German and English language
- Factory calibration certificate

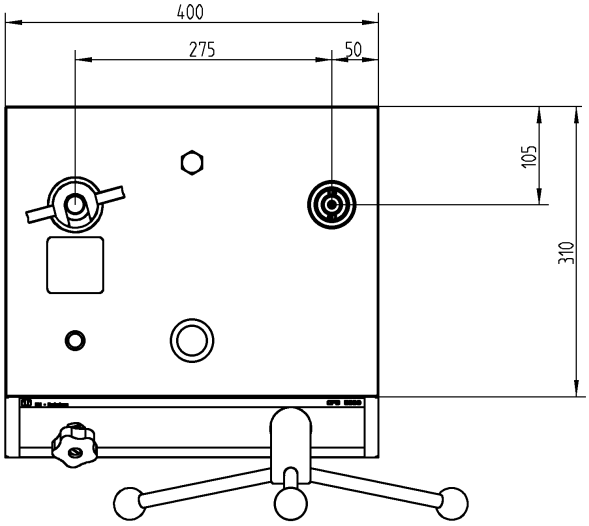
Options

- Other pressure transmission media
- Piston connection with quick-release connector
- System with increased accuracy to 0.006 %
- Other pressure units
- Set of masses manufactured to local gravity
- Fine increment weights
- Storage case for the base and the piston-cylinder system
- DKD/DAkkS calibration certificate

Dimensions

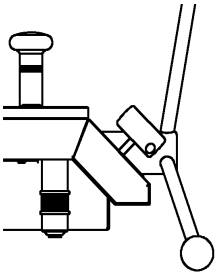


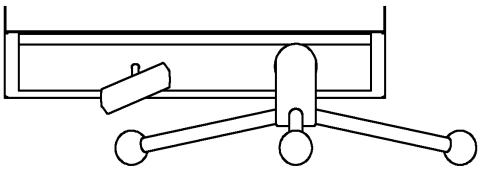




Detailed section view
1,400 bar high-pressure version
-with high-pressure shut-off valve
-no optional quick-release connector possible

Dimensions are identical





7. Tables of masses

The following tables show the amount of weight pieces per measuring range within a weight set with their resulting nominal pressures.

Should you not operate the device under reference conditions (ambient temperature 20°C, air pressure 1013 mbar, relative humidity 40%), the corrections according to section 2.3 must be considered.

Measuring range [bar] or [kg/cm²]	Single-piston measuring ranges				Dual-piston measuring ranges									
	1 … 120		2 … 300		1 … 700			1 … 1,200			1 … 1,400		
					1 … 60		10 … 700	1 … 60		20 … 1,200	1 … 60		20 … 1,400
	Quantity	Nominal pressure per piece [bar] [kg/cm²]	Quantity	Nominal pressure per piece [bar] [kg/cm²]	Quantity	Nominal pressure per piece [bar] [kg/cm²]	Nominal pressure per piece [bar] [kg/cm²]	Quantity	Nominal pressure per piece [bar] [kg/cm²]	Nominal pressure per piece [bar] [kg/cm²]	Quantity	Nominal pressure per piece [bar] [kg/cm²]	Nominal pressure per piece [bar] [kg/cm²]
Piston and make-up weight	1	1	1	2	1	1	10	1	1	20	1	1	20
Standard mass set	4	20	4	50	5	10	100	4	10	200	5	10	200
	1	18	1	45	1	9	90	1	9	180	1	9	180
	1	10	1	25	1	5	50	1	5	100	1	5	100
	2	4	2	10	2	2	20	2	2	40	2	2	40
	1	2	1	5	1	1	10	1	1	20	1	1	20
	2	1	1	3	1	0.5	5	1	0.5	10	1	0.5	10
	1	0.5	1	2.5									
Fine increment weights (optional)	1	0.4	2	1	2	0.2	2	2	0.2	4	2	0.2	4
	1	0.2	1	0.5	1	0.1	1	1	0.1	2	1	0.1	2
	1	0.1	1	0.25	1	0.05	0.5	1	0.05	1	1	0.05	1
	2	0.04	2	0.1	2	0.02	0.2	2	0.02	0.4	2	0.02	0.4
	1	0.02	1	0.05	1	0.01	0.1	1	0.01	0.2	1	0.01	0.2

Measuring range [psi] or [lb/in²]	Single-piston measuring ranges				Dual-piston measuring ranges									
	10 … 1,600		30 … 4,000		10 … 10,000			10 … 16,000			10 … 20,000		
					10 … 800	100 … 10,000		10 … 800	200 … 16,000		10 … 800	200 … 20,000	
	Quantity	Nominal pressure per piece [psi] [lb/in²]	Quantity	Nominal pressure per piece [psi] [lb/in²]	Quantity	Nominal pressure per piece [psi] [lb/in²]	Nominal pressure per piece [psi] [lb/in²]	Quantity	Nominal pressure per piece [psi] [lb/in²]	Nominal pressure per piece [psi] [lb/in²]	Quantity	Nominal pressure per piece [psi] [lb/in²]	Nominal pressure per piece [psi] [lb/in²]
Piston	1	10			1	10	100	1	10	200	1	10	200
Piston and make-up weight			1	30									
Standard mass set	6	200	6	500	8	100	1,000	6	100	2,000	8	100	2,000
	1	180	1	450	1	90	900	1	90	1,800	1	90	1,800
	1	100	1	250	1	50	500	1	50	1,000	1	50	1,000
	2	40	2	100	2	20	200	2	20	400	2	20	400
	1	20	1	50	1	10	100	1	10	200	1	10	200
	2	10	1	25	1	5	50	1	5	100	1	5	100
	1	5	1	20									
Fine increment weights (optional)	1	4	2	10	2	2	20	2	2	40	2	2	40
	1	2	1	5	1	1	10	1	1	20	1	1	20
	1	1	1	2.5	1	0.5	5	1	0.5	10	1	0.5	10
	2	0.4	2	1	2	0.2	2	2	0.2	4	2	0.2	4
	1	0.2	1	0.5	1	0.1	1	1	0.1	2	1	0.1	2

Measuring range [kPa]	Single-piston measuring ranges				Dual-piston measuring ranges									
	100 ... 12,000		200 ... 30,000		100 ... 70,000			100 ... 120,000			100 ... 140,000			
					100 ... 6,000		1.000 ... 70,000	100 ... 6,000		2,000 ... 120,000	100 ... 6,000		2,000 ... 140,000	
	Quantity	Nominal pressure per piece [kPa]	Quantity	Nominal pressure per piece [kPa]	Quantity	Nominal pressure per piece [kPa]	Nominal pressure per piece [kPa]	Quantity	Nominal pressure per piece [kPa]	Nominal pressure per piece [kPa]	Quantity	Nominal pressure per piece [kPa]	Nominal pressure per piece [kPa]	
Piston and make-up weight	1	100	1	200	1	100	1,000	1	100	2,000	1	100	2,000	
Standard mass set	4	2,000	4	5,000	5	1,000	10,000	4	1,000	20,000	5	1,000	20,000	
	1	1,800	1	4,500	1	900	9,000	1	900	18,000	1	900	18,000	
	1	1,000	1	2,500	1	500	5,000	1	500	10,000	1	500	10,000	
	2	400	2	1,000	2	200	2,000	2	200	4,000	2	200	4,000	
	1	200	1	500	1	100	1,000	1	100	2,000	1	100	2,000	
	2	100	1	300	1	50	500	1	50	1,000	1	50	1,000	
	1	50	1	250										
Fine increment weights (optional)	1	40	2	100	2	20	200	2	20	400	2	20	400	
	1	20	1	50	1	10	100	1	10	200	1	10	200	
	1	10	1	25	1	5	50	1	5	100	1	5	100	
	2	4	2	10	2	2	20	2	2	40	2	2	40	
	1	2	1	5	1	1	10	1	1	20	1	1	20	

8. Accessories

GRATIS – FREE OF CHARGE:
Download a MS Excel sheet for correction calculation (e.g. ambient conditions) and mass/pressure calculations here: http://www.lr-cal.net/dwt-corrections.zip

Accessories

Order-Code	Description
LDW-FMS-F1	Set of trim masses (1 mg up to 50 g), class F1
LDW-FMS-M1	Set of trim masses (1 mg up to 50 g), class M1
CPB5000-ADS	Set of adapters for quick connector with 1/4" BSP, 3/8" BSP, 1/2" NPT, 1/4" NPT and M20x1.5 threaded inserts for insertion in the knurled nut (test item connector)
CPB5000-ADS-NPT	Set of NPT adapter for quick connector with 1/8", 1/4", 3/8" and 1/2" NPT threaded inserts for insertion in the knurled nut (test item connector)
CPB5000-WA90	90° angle connection, for test items with back mounting connection
CPB5000-TV-1000	Separator (without diaphragm), max. 1,000 bar
LDW-TV-M-0700	Separator (to separate 2 liquids by diaphragm), max. 700 bar
LDW-TV-M-1000	Separator (to separate 2 liquids by diaphragm), max. 1,200 bar
CPB5000-R-SET	O-ring set consisting of 5 pcs. 8 x 2 and 5 pcs. 4 x 2.2
CPB5000-FLUID	Bottle with 1 l operating fluid for pressures up to max. 4,000 bar
LDW-H-KA	Adapter for mounting piston-cylinder systems into quick-release connector
LDW-PAS-G12	Test item connecting piece, 3/4" BSP female to 1/2" BSP female, free rotating, operation as a comparison test pump is possible
LDW-PAS-G12-CT	Special test-item adapter with quick connect, for the matching to the quick-release system mechanism, operation as a comparison test pump is possible
LDW-H-E-230	Electrical piston drive unit for 700 bar, 1,200 bar and 1,400 bar measuring ranges (230 VAC, 50 Hz)

D

Information
Dieses Zeichen gibt Ihnen Informationen, Hinweise oder Tipps.

Warnung!
Dieses Symbol warnt Sie vor Handlungen, die Schäden an Personen oder am Gerät verursachen können.

Inhalt

1. Allgemeines 40
1.1 Allgemeine Hinweise 40
1.2 Sicherheitshinweise 41
2. Produktbeschreibung 42
2.1 Allgemeine Produktinformationen 42
2.2 Grundprinzip Kolbenmanometer 43
2.3 Einflussfaktoren 44
2.3.1 Lokale Fallbeschleunigung 44
2.3.2 Temperatur (Kolben-Zylinder) 45
2.3.3 Umgebungsbedingungen 45
2.3.4 Druckabhängigkeit der Querschnittsfläche 46
2.4 Anordnung der Bedienelemente 46
2.4.1 Basement hydraulisch Standard 47
2.4.2 Basement hydraulisch Hochdruck 48
3. Inbetriebnahme und Betrieb 49
3.1 Vorbereitung 49
3.1.1 Aufstellung des Gerätes 49
3.1.2 Verwendete Flüssigkeiten 49
3.1.3 Einbau des Kolbenzylindersystems 50
3.1.3.2 Kolbenaufnahme mit Schnellverschluss 52
3.1.4 Anschluss des Prüflings 53
3.1.5 Entlüftung des Systems 53
3.2 Betrieb 54
3.2.1 Vorgehensweise bei Einzel-Kolbenzylindersystem 1.600 psi oder 120 bar 54
3.2.1.1 Massenauflage 54
3.2.1.2 Druckwert anfahren 54
3.2.1.3 Druck stabil 54
3.2.2 Vorgehensweise bei Einzel-Kolbenzylindersystem 4,000 psi oder 300 bar 55
3.2.2.1 Massenauflage 55
3.2.2.2 Druckwert anfahren 55
3.2.2.3 Druck stabil 55
3.2.3 Vorgehensweise bei allen Doppel-Kolbenzylindersystemen 56
3.2.3.1 Massenauflage 56
3.2.3.2 Druckwert anfahren 56
3.2.3.3 Druck stabil 56
3.2.4 Nächste Druckstufe 57
3.2.5 Druck entlasten 57
3.3 Abbau 58
4. Maßnahmen bei Störungen 59
5. Pflege und Wartung 60
5.1 Reinigung 60
5.1.1 Kolbenzylindersystem 60
5.1.1.1 Vorgehensweise bei Einzel-Kolbenzylindersystem 1.600 psi oder 120 bar 61
5.1.1.2 Vorgehensweise bei Einzel-Kolbenzylindersystem 4,000 psi oder 300 bar 62
5.1.1.3 Vorgehensweise bei allen Doppel-Kolbenzylindersystemen 63
5.1.2 Massensatz 64
5.2 Verschleißteile 64
5.3 Austausch des hydraulischen Druckmediums 64

5.3.1 Hydraulisches Druckmedium entfernen 64
5.3.2 Hydraulisches Druckmedium einfüllen 64
5.3.3 Entlüftung des Systems (nur nach Komplettbefüllung) 65

5.4 Rekalibrierung 65

6. Technische Daten 66

7. Gewichtstabellen 69

8. Zubehör 71

1. Allgemeines

1.1 Allgemeine Hinweise

In den folgenden Kapiteln erhalten Sie nähere Informationen zur Druckwaage bzw. zum Kolbenmanometer **LR-*Cal* LDW-H** und seinen ordnungsgemäßen Einsatz. Sollten Sie weitere Informationen wünschen, oder treten besondere Probleme auf, die in der Betriebsanleitung nicht ausführlich behandelt werden, erhalten Sie Auskunft unter folgender Adresse:

DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH
Bahnhofstr. 33
D-72138 Kirchentellinsfurt
Tel: +49 - (0) 7121 – 90920 – 0
Fax: +49 – (0) 7121 – 90920 – 99
E-Mail: DT-Info@Leitenberger.de
www.lr-cal.net

Die Druckwaage / das Kolbenmanometer ist, wenn nicht anders vereinbart, konform zu den aktuell gültigen internationalen Regelwerken kalibriert und direkt auf ein nationales Normal rückführbar.

Die Gewährleistungszeit für das Kolbenmanometer beträgt 24 Monate nach den Allgemeinen Lieferbedingungen des ZVEI. Sämtliche Gewährleistungsansprüche verfallen, bei unsachgemäßer Handhabung bzw. bei Nichtbeachtung der Betriebsleitungen oder bei dem Versuch das Gerät zu öffnen bzw. Anbauteile oder die Verrohrung zu lösen.
Außerdem weisen wir darauf hin, dass der Inhalt dieser Betriebsanleitung nicht Teil einer früheren oder bestehenden Vereinbarung, Zusage oder Rechtsverhältnisses ist oder diese abändern soll. Sämtliche Verpflichtungen der DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH ergeben sich aus dem jeweiligen Kaufvertrag und den Allgemeinen Geschäftsbedingungen der DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.
LR-*Cal* ist ein Warenzeichen der DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

Firmen- oder Produktnamen, die in diesem Handbuch erwähnt werden, sind eingetragene Warenzeichen dieser Hersteller.

Die beschriebenen Geräte entsprechen in ihren Konstruktionen, Maßen und Werkstoffen dem derzeitigen Stand der Technik. Änderungen und den Austausch von Werkstoffen behalten wir uns vor, ohne den Zwang umgehend darauf hinzuweisen.

Eine Vervielfältigung dieses Handbuches oder Teilen davon ist untersagt.

© 2015 Copyright DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

1.2 Sicherheitshinweise

Lesen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig, bevor Sie das Kolbenmanometer LR-*Cal* LDW-H einsetzen. Die Funktion und Betriebssicherheit des Gerätes kann nur dann gewährleistet werden, wenn die Sicherheitshinweise der Betriebsanleitung beachtet werden.

1. Das Gerät darf nur von dafür ausgebildeten und befugten Personen bedient werden, die die Betriebsanleitung verstehen und danach arbeiten können!

2. Die einwandfreie Funktion und Betriebssicherheit des Gerätes kann nur unter Berücksichtigung der im Kapitel "Aufstellung des Gerätes“ beschriebenen Bedingungen eingehalten werden.

3. Die Druckwaage LR-*Cal* **LDW-H** ist stets mit der für jedes Präzisionsgerät erforderlichen Sorgfalt zu behandeln (vor Nässe, Stößen und extremen Temperaturen schützen). Gerät, Kolbenzylindersystem und Massensatz müssen pfleglich behandelt werden (nicht werfen, aufschlagen, etc.) und sind vor Verschmutzung zu schützen. Vermeiden Sie unbedingt jegliche Gewalteinwirkung auf die Bedienungselemente des Kolbenmanometers LR-*Cal* **LDW-H**.

4. Wird das Gerät von einer kalten in eine warme Umgebung transportiert, muss die Angleichung der Gerätetemperatur an die Raumtemperatur vor einer erneuten Inbetriebnahme abgewartet werden.

5. Wenn anzunehmen ist, dass das Gerät nicht mehr gefahrlos betrieben werden kann, so ist es außer Betrieb zu setzen und so sicher zu kennzeichnen, dass es nicht benutzt wird bevor es repariert wurde.
   Die Sicherheit des Benutzers kann durch das Gerät beeinträchtigt sein, wenn es zum Beispiel:

   - Sichtbare Schäden aufweist.
   - Nicht mehr wie vorgeschrieben arbeitet.
   - Längere Zeit unter ungeeigneten Bedingungen gelagert wurde.

   In Zweifelsfällen das Gerät grundsätzlich an den Hersteller zur Reparatur bzw. Wartung einschicken.

6. Es dürfen am Gerät keine Veränderungen oder Reparaturen vom Kunden vorgenommen werden. Das Öffnen des Gerätes oder das Lösen von Anbauteilen oder der Verrohrung beeinträchtigt die Funktions- und Betriebssicherheit und stellt eine Gefahr für die Bedienperson dar. Zur Wartung oder Reparatur muss das Gerät zum Hersteller eingesandt werden.

7. Es dürfen nur Original-Dichtungen im Gerät verwendet werden.

8. Ein anderer Betrieb als der in der folgenden Anleitung beschriebene oder außerhalb der Spezifikationen, ist bestimmungswidrig und muss deshalb ausgeschlossen werden.

2. Produktbeschreibung

2.1 Allgemeine Produktinformationen

■ Einsatz

Kolbenmanometer sind die genauesten am Markt verfügbaren Geräte zur Kalibrierung von elektronischen oder mechanischen Druckmessgeräten. Die direkte Messung des Druckes, gemäß seiner Definition als Quotient aus Kraft und Fläche, sowie der Einsatz hochwertiger Materialien ermöglichen sehr kleine Messunsicherheiten in Verbindung mit der ausgezeichneten Langzeitstabilität von fünf Jahren (Empfehlung gemäß des Deutschen Kalibrierdienstes DKD/DAkkS).

Das Kolbenmanometer findet somit seit Jahren seinen Einsatz in den Werks- und Kalibrierlaboratorien der Industrie, Nationalen Instituten sowie Forschungsanstalten. Aufgrund der integrierten Druckerzeugung sowie dem rein mechanischen Messprinzip, ist die Druckwaage **LR-*Cal* LDW-H** auch ideal für den Einsatz vor Ort, in der Wartung und im Service geeignet.

■ Kolbenzylinder-Messsystem

Druck ist definiert als der Quotient aus Kraft und Fläche. Das Herzstück der **LR-*Cal* LDW-H** bildet dementsprechend ein sehr präzise gefertigtes Kolbenzylindersystem. Die Kolben und Zylinder sind aus gehärtetem Stahl bzw. Wolfram Carbid gefertigt und in einem massiven Gehäuse aus Edelstahl/gehärtetem Werkzeugstahl sehr gut geschützt gegen Stöße oder Verschmutzung von außen.

Der Anschluss des Kolbenzylindersystems ist standardmäßig ein G3/4 Innengewinde. Optional ist ein Schnellverschluss erhältlich. Dieser ermöglicht einen schnellen und sicheren Wechsel des Kolbenzylindersystems ohne Werkzeug.

Die Kolbenzylindersysteme der Druckwaage **LR-*Cal* LDW-H** gibt es abhängig vom Messbereich in zwei grundsätzlich unterschiedlichen Ausführungen:

- Einzel-Kolbenzylindersysteme (für Messbereiche 120 bar und 300 bar bzw. 1.600 psi und 4.000 psi)
- Doppel-Kolbenzylindersysteme (für Messbereiche 700 bar, 1.200 bar und 1.400 bar bzw. 10.000 psi, 16.000 psi und 20.000 psi)

Die Genauigkeit liegt standardmäßig bei 0,015 % (optional auch bis 0,006 %) vom Messwert.

Die Doppel-Kolbenzylindersysteme verfügen über zwei Messbereiche in einem Gehäuse mit automatischer Messbereichsumschaltung vom Niederdruck- auf den Hochdruckkolben. Damit steht dem Benutzer ein äußerst flexibles Messgerät zur Verfügung, das mit nur einer Kolbenzylindereinheit und einem Massensatz einen großen Messbereich mit hoher Genauigkeit abdecken kann. Weiterhin können zwei Prüfpunkte vom Bediener mit nur einer Massenauflage automatisch angefahren werden (Ausnutzung von Niederdruck- / Hochdruckbereich).

Die Gesamtkonstruktion der Kolbenzylinder-Einheit und die äußerst präzise Fertigung von Kolben und Zylinder stehen für ausgezeichnete Laufeigenschaften mit einer hohen freien Drehdauer und geringen Sinkraten und für eine sehr hohe Langzeitstabilität. Der empfohlene Rekalibrierungszyklus beträgt daher 5 Jahre abhängig von den Nutzungsbedingungen.

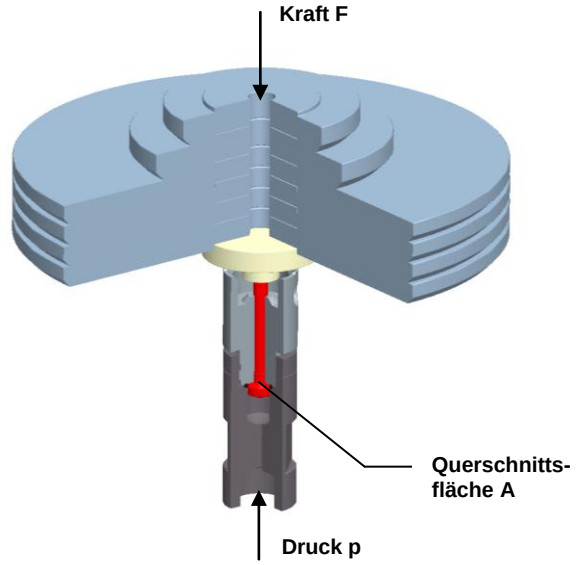
■ Funktionsweise

Je nach Messbereich des Prüflings kann das Gerätebasement mit dem entsprechendem Messsystem bestückt werden. Zur Erzeugung der einzelnen Prüfpunkte, wird das Kolbenzylindersystem mit Masseauflagen belastet. Die Masseauflage ist proportional zu dem angestrebten Druck und wird durch optimal abgestufte Scheiben-Gewichte erreicht. Diese Scheiben-Gewichte werden standardmäßig auf die Norm-Fallbeschleunigung von 9,80665 m/s² gefertigt, können aber auch auf ihren speziellen Einsatzort abgestimmt und auch UKAS- bzw. DKD/DAkkS-kalibriert werden.

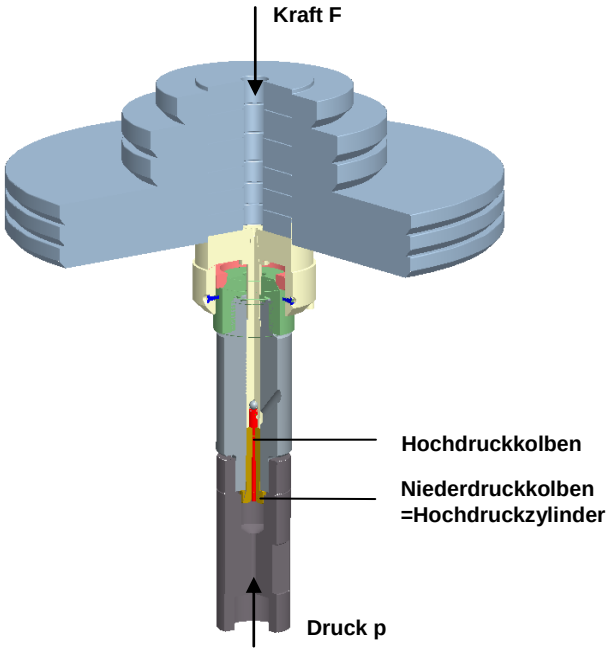
Mit der integrierten Vordruckpumpe und dem 250-ml-Tank lassen sich selbst große Prüfvolumen einfach füllen und komprimieren. Zum weiteren Druckaufbau und zur Feineinstellung steht eine sehr präzise regulierbare Spindelpumpe mit innenlaufender Spindel zur Verfügung.

Sobald sich dann das Messsystem im Schwebezustand befindet, herrscht ein Kräftegleichgewicht zwischen Druck und Masseauflagen.

Aufgrund der hervorragenden Verarbeitung des Systems steht dieser Druck stabil über mehrere Minuten, so dass problemlos die Druckwerte zur Vergleichsmessung abgelesen oder auch umfangreichere Justagearbeiten am Prüfling vorgenommen werden können.



Einzel-Kolbenzylindersystem
LR-*Cal* LDW-H-EKZ



Doppel-Kolbenzylindersystem
LR-*Cal* LDW-H-DKZ

2.2 Grundprinzip Kolbenmanometer

Ihr Funktionsprinzip basiert auf der physikalischen Definition des Druckes, als Quotient aus Kraft und Fläche.

$$Druck = \frac{Kraft}{Fläche}$$

Herzstück des Kolbenmanometers bildet ein präzisionsgefertigtes Kolbenzylindersystem mit exakt vermessener Querschnittsfläche.
Zur Kraft-Beaufschlagung des Systems, wird der Kolben mit (kalibrierten) Masseauflagen belastet. Jede Auflagescheibe aus dem Massensatz entspricht einem nominalen Massenwert (unter Referenzbedingungen), die einen entsprechenden Druck im System erzeugt. Die Massenscheiben sind nummeriert und im Kalibrierzeugnis sind die jeweiligen Massenwerte und die daraus resultierenden Druckwerte aufgeführt. Je nach gewünschtem Druckwert, erfolgt die Auswahl der dazu erforderlichen Massen.
Danach erfolgt über die integrierte Spindelpumpe eine Erhöhung des Druckes, bis sich die Massen im Schwebezustand befinden.

2.3 Einflussfaktoren

Das Kolbenmanometer wird werkseitig auf Referenzbedingungen (nach Kundenvorgabe) kalibriert. Ergeben sich große Abweichung zwischen den Anwendungsbedingungen zu den definierten Referenzen, müssen entsprechende Korrektionen angebracht werden.
Nachfolgende Haupteinflussfaktoren sind zu berücksichtigen.

Mit der von uns kostenlos zur Verfügung gestellten MS Excel Tabelle können diese Korrekturberechnungen einfach durchgeführt werden.
Download-Link: http://www.lr-cal.net/dwt-corrections.zip

2.3.1 Lokale Fallbeschleunigung

Der lokale Schwerewert unterliegt großen, geographisch bedingten, Schwankungen.
Weltweit kann sich der Wert um bis zu 0,5 % ändern. Da sich dieser Wert, direkt auf die Genauigkeit der Messung auswirkt, muss er unbedingt berücksichtigt werden.

Bereits bei der Herstellung kann eine Anpassung der Masseauflagen auf den späteren Einsatzort erfolgen. Alternativ hierzu, oder bei Einsatz an mehreren Orten, erfolgt der Abgleich auf „Norm-g = 9,80665 m/s^2“.
Dann muss jeweils bei der Messung eine Korrektur nach folgender Formel durchgeführt werden:

$$wahrer\ Druck = \text{Nominalwert} \cdot \frac{g - Einsatzort}{Norm - g}$$

Beispiel:
Lokaler Schwerewert bei der Herstellung: 9,806650 m/s^2
Lokaler Schwerewert am Einsatzort: 9,811053 m/s^2

Nominal-Druck: 100 bar

Wahrer Druck: $p = p_{\text{Nominal}} \frac{g_{lokal}}{g_{Norm}} = 100\,bar \frac{9{,}81105}{9{,}80665} = 100{,}0449\,bar$

Ohne Korrektur würde um 0,05 % „falsch“ gemessen werden.

2.3.2 Temperatur (Kolben-Zylinder)

Die effektive Querschnittsfläche des Kolbenzylindersystems wird von der Temperatur beeinflusst. Der Einfluss ist abhängig vom verwendeten Material und wird beschrieben durch den Temperaturkoeffizient (TK).

Bei Abweichungen von den Referenzbedingungen (typischerweise 20°C), muss nach folgender Formel korrigiert werden:

$$wahrer\ Druck = \text{Nominalwert} \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(t_{Einsatz} - t_{\text{Re } ferenz}\right) \cdot TK\right)}$$

Beispiel:
Referenztemperatur: 20°C
Temperatur bei Einsatz: 23°C
TK: 0,0022%

$$wahrer\ Druck = 100\,bar \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(23 - 20\right) \cdot 2{,}2^{-5}\right)} = 99{,}99340\,bar$$

Ohne Korrektur würde um 0,007 % „falsch“ gemessen werden.

2.3.3 Umgebungsbedingungen

Die Einflüsse der Umgebungsbedingungen

- Luftdruck
- Raumtemperatur
- Luftfeuchte

sollten immer berücksichtigt werden, wenn höchste Genauigkeit gefordert ist.
Schwankungen der Umgebungsbedingungen verändern die Luftdichte.

Die Luftdichte beeinflusst den Druckwert über den Masseauftrieb:

$$Masse = Nominalmasse \cdot \left(1 - \frac{Luftdichte}{Massendichte}\right)$$

Die Luftdichte ist typischerweise 1,2 kg/m^3
Die Dichte der Massen (nichtmagnetischer Stahl): 7900 kg/m^3

Aus einer Schwankung der Luftdichte um 5% ergibt sich eine zusätzliche Messunsicherheit von ca. 0,001%.

2.3.4 Druckabhängigkeit der Querschnittsfläche

Bei höheren Drücken ändert sich die effektive Querschnittsfläche durch die Druckbelastung.
Der Zusammenhang zwischen Querschnitt und anstehendem Druck ist in erster Näherung linear und wird durch den Druckausdehnungskoeffizienten (λ) beschrieben.

$$wahrer\ Druck = \frac{\text{Nominaldruck}}{1+\lambda \cdot \text{Nominaldruck}}$$

Beispiel:
Messpunkt: 1000 bar
System mit Druckausdehnungskoeffizient: 10^{-7} 1/bar:

$$wahrer\ Druck = \frac{1000}{1+1\cdot 10^{-7}\cdot 1000} bar = 999{,}90\, bar$$

Ohne Korrektur würde um 0,01 % „falsch“ gemessen werden.

2.4 Anordnung der Bedienelemente

Die **LR-*Cal* LDW-H** Basisgeräte sind in 2 Ausführungen erhältlich:

■ **Basement LR-*Cal* LDW-H-S hydraulisch Standard**
- bis max. 1.200 bar / 16.000 psi
- mit integrierter Druckerzeugung über Vordruckpumpe und Spindelpumpe
- Verrohrung aus CrNi-Stahl (1.4404), 6 x 2 mm
- Druckübertragungsmedium Standard: Mineralöl
  Optional: Sebacateöl, Bremsflüssigkeit, Skydrol, oder Fomblinöl

■ **Basement LR-*Cal* LDW-H-H hydraulisch Hochdruck**
- bis max. 1.400 bar / 20.000 psi
- mit integrierter Druckerzeugung über Vordruckpumpe und Spindelpumpe
- Verrohrung aus CrNi-Stahl (1.4404), 6 x 2 mm
- Druckübertragungsmedium Mineralöl oder Sebacateöl

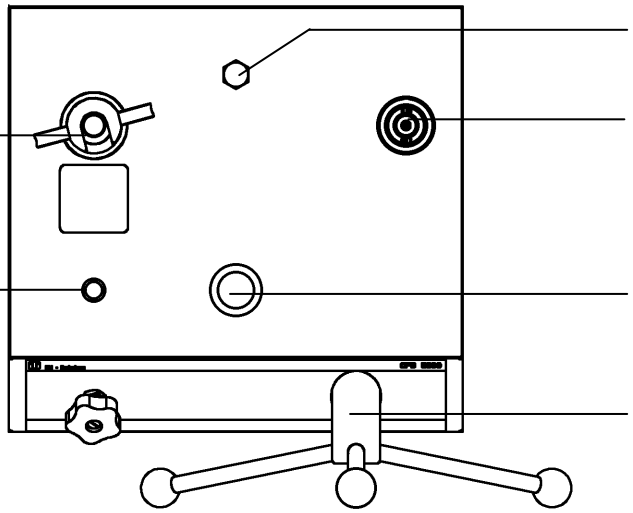
Standardmäßig sind beide Gerätebasements mit einem Anschluss für das Kolbenzylindersystem mit Außengewinde G3/4 B ausgestattet.

Die optionale integrierbare Schnellspannaufnahme ermöglicht einen schnellen und sicheren Wechsel des Kolbenzylindersystems ohne Werkzeug (nicht erhältlich bei Ausführung hydraulisch Hochdruck!).

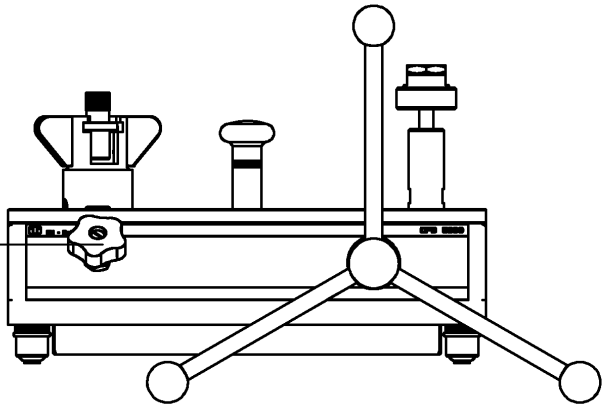
Das Anschließen des Prüflings erfolgt mittels Schnellanschluss ohne Werkzeug. Durch die freilaufende Rändelmutter können die Prüflinge beliebig orientiert werden. Standardmäßig ist ein Gewindeeinsatz mit Innengewinde G1/2 enthalten. Es sind weitere Gewindeeinsätze verfügbar, mit denen die gängigsten Druckmessgeräte angeschlossen werden können.

2.4.1 Basement LR-*Cal* LDW-H-S, hydraulisch Standard

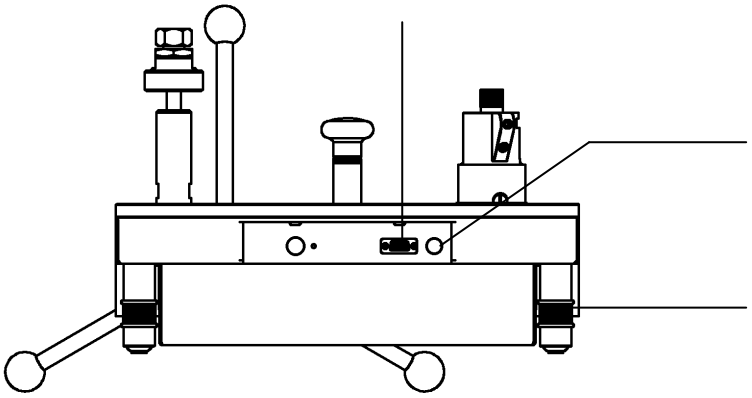
■ **Draufsicht**



■ **Frontansicht**

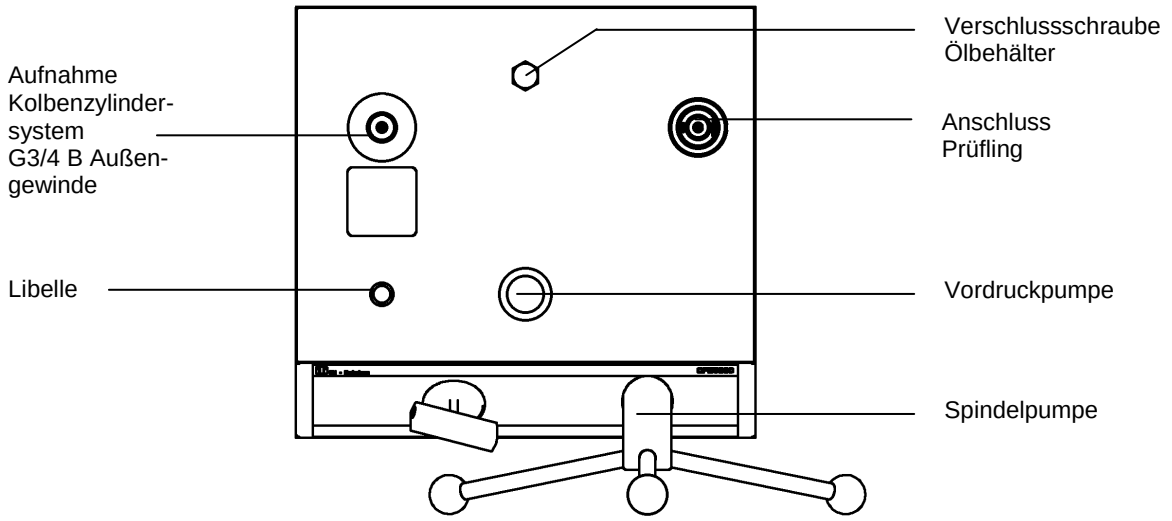


■ **Rückansicht**

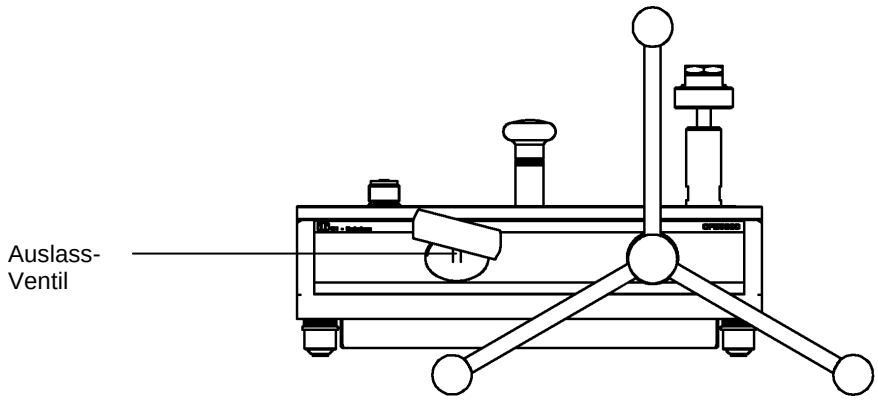


2.4.2 Basement LR-*Cal* LDW-H-H, hydraulisch Hochdruck

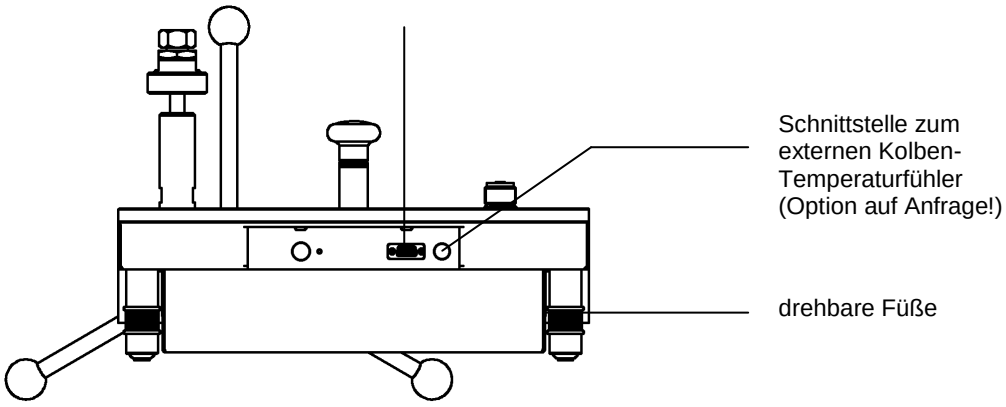
■ **Draufsicht**



■ **Frontansicht**



■ **Rückansicht**



3. Inbetriebnahme und Betrieb

3.1 Vorbereitung

3.1.1 Aufstellung des Gerätes

- Das Kolbenmanometer auf einer festen Unterlage aufstellen. Ein unsicherer Stand oder Vibrationen beeinflussen die Messung und die Sicherheit und sollten vermieden werden.
- Ist kein klimatisierter Raum vorhanden, sollte das Gerät zumindest nicht in der Nähe von Heizung oder Fenster stehen, um Zugerscheinungen oder Wärmeströmungen zu minimieren.
- Die Libelle zeigt die Ausrichtung des Gerätes an. Eine grobe Ausrichtung kann jetzt ohne Kolbenzylindersystem erfolgen. Über die drehbaren Füße wird das Gerät in die Waagrechte gestellt. Für höchste Genauigkeit sollte die Libelle oben auf dem Kolben gelegt werden und das Gerät so in die Waagrechte ausgerichtet werden.
- Das Drehkreuz mit Griffen auf die Spindelpumpe aufstecken. Hierbei ist darauf zu achten, dass das Federdruckstück in die Drehkreuzhülse einrastet.
- Es empfiehlt sich, die Spindelpumpe zu Beginn der Messwertaufnahme komplett herauszudrehen (im Gegen-Uhrzeigersinn) um genügend Verdrängungsvolumen für die Messungen bereit zu stellen. Während dieses Vorgangs ist das Auslass-Ventil zu öffnen.
- Der Ölbehälter muss ggf. auf- bzw. nachgefüllt werden (Inhalt 250 ml). Hierzu ist die Verschlussschraube mit dem Öleinfüllsymbol auf der Basementoberseite zu öffnen. Zum Nachfüllen ist Spezialöl zu verwenden (1 Liter im Lieferumfang enthalten bzw. als Zubehör erhältlich). Bei Erstbefüllung oder nach einem kompletten Austausch des Öls ist das System zu entlüften. Hierzu ist nach Pkt. 5.3.3 vorzugehen.
- Vor dem Betrieb ist die Schutzfolie der Verschlussschraube am Ölbehälter zu entfernen (Abdeckung der Belüftungsbohrung für Transport).

3.1.2 Verwendete Flüssigkeiten

Hydraulikflüssigkeit auf Mineralölbasis

Als Standard wird ein hydraulisches Mineralöl mit einem Viskositätsgrad VG22 verwendet.

Bestimmte Kunden möchten vielleicht das Kolbenzylindersystem mit anderen Hydraulikflüssigkeiten verwenden. Bevor sie dies versuchen, müssen folgende Dinge überprüft werden:
Das Druckmedium ist kompatibel mit Bronze, gehärtetem Werkzeugstahl, Wolframcarbid und mit den O-Ringen / Verbunddichtungen, die in der Baugruppe eingesetzt werden. Spezielle Dichtungssätze sind für bestimmte Druckmedien verfügbar.
Das neue Druckmedium, das verwendet werden soll, wird vorgegebene physikalische Eigenschaften besitzen (Dichte, Oberflächenspannung), die die bestmögliche Genauigkeit des Geräts beeinträchtigen können. Systeme, die für ein nicht-standardmäßiges Druckmedium hergestellt wurden, haben ihre kalibrierte Masse, die auf den Auftrieb und die Oberflächenspannung dieser Flüssigkeit angepasst wurde. Wenn das Kolbenzylindersystem nicht speziell kalibriert wurde, wird die Genauigkeit des Geräts geringer sein, und dies sollte berücksichtigt werden.

Skydrol 500B

Das Gerätebasement ist auch für den Einsatz von Skydrol 500B oder einer anderen Phosphatester basierten, feuerbeständigen Flüssigkeit erhältlich. Dieses Basement ist mit Ethylenpolypropylen (EP)-Dichtungen ausgestattet. Die Laufeigenschaften des Kolbenzylindersystems sollten auf Skydrol getestet werden. EP Dichtungen sind nicht geeignet für Mineralöle.

Beachten Sie, dass der ständige Kontakt des Gerätegehäuses mit Skydrol zu Beschädigungen führen kann. Verunreinigungen sollten sofort vom Gehäuse / von der Abdeckplatte abgewischt werden.

Bremsflüssigkeiten

Das Gerätebasement für den Einsatz von nicht-Erdöl-basierten Bremsflüssigkeiten sollte mit mit EP-Dichtungen ausgestattet bestellt werden und die Laufeigenschaften des Kolbenzylindersystems sollten auf diese Flüssigkeit getestet werden. Diese Flüssigkeit ist unter folgenden Namen bekannt: FMVSS Nr.116, DOT3 oder DOT4, SAE J 1 703, BS AU 174:Teil 2, IS04925.

Andere Flüssigkeiten

Das Gerätebasement kann mit Flüssigkeiten auf Silikonbasis, auf Sebacatebasis oder inerter perfluorierte Polyether wie Fluorolube, Fomblin, Halocarbon verwendet werden, die der Viskosität der oben erwähnten Standard-Hydraulikflüssigkeit auf Mineralölbasis entsprechen und chemisch inert sind. Sie müssen für den Kontakt mit Metallen und mit den Nitril-Dichtungen, die im Basement Standard sind, geeignet sein.

3.1.3 Einbau des Kolbenzylindersystems

- Je nach zu prüfendem Gerät, ist das entsprechende Kolbenzylindersystem einzusetzen. Hier wird die vergleichbare oder jeweils nächsthöhere Messbereichsabstufung gewählt.

- Bei der Kolbenaufnahme im Basement wird zwischen 2 Ausführungen unterschieden:
  - Kolbenaufnahme mit G3/4 B Außengewinde (siehe Pkt. 3.1.3.1)
  - Option: Kolbenaufnahme mit Schnellverschluss, nicht bei 1.400 bar-Version (siehe Pkt. 3.1.3.2)

3.1.3.1 Kolbenaufnahme mit G3/4 B Außengewinde

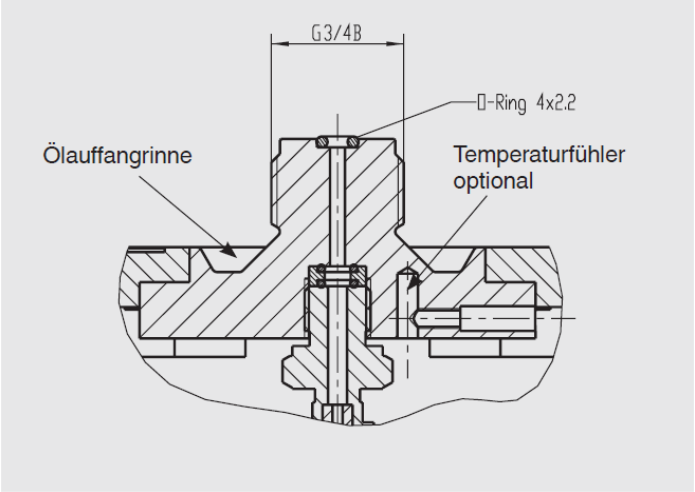
Vor dem Entfernen des Transportstopfens auf der Kolbenaufnahme den drucklosen Zustand des Systems (Auslass-Ventil öffnen) sicherstellen.

- Das Kolbenzylindersystem wird vertikal auf das Gewinde der Kolbenaufnahme gesetzt und handfest festgeschraubt. Für eine wirksame Abdichtung ist kein übermäßiger Kraftaufwand erforderlich. Eine O-Ring-Dichtung ist bereits vorhanden. Sie benötigen kein zusätzliches Dichtmaterial.

Die Dichtfläche am Kolbenzylindersystem auf Sauberkeit prüfen.

Die O-Ring-Dichtung in der Aufnahme für das Kolbenzylindersystem auf richtigen Sitz und Verschleiß überprüfen. Gegebenenfalls austauschen.

- Zum exakten Ausrichten des Gerätes kann die Libelle aus der Basisplatte herausgenommen werden und auf die Oberseite des eingespannten Kolbenzylindersystems aufgelegt werden. Hierdurch ist die genaueste Referenzierung zum Kolbenzylindersystem gegeben.



3.1.3.2 Kolbenaufnahme mit optionalem Schnellverschluss

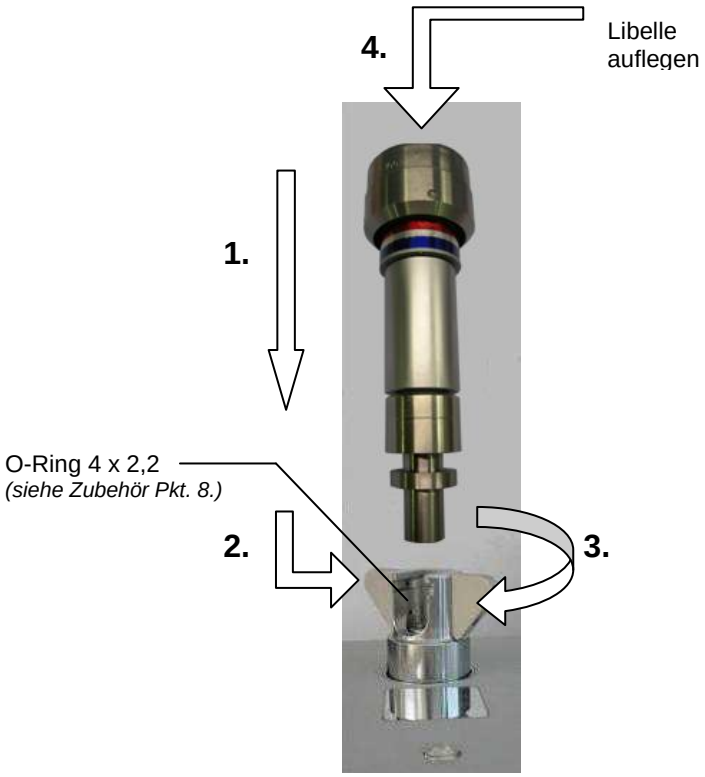
Vor Lösen des Transportstopfens in der Kolbenaufnahme, den drucklosen Zustand des Systems (Auslass-Ventil öffnen) sicherstellen.

- Das Kolbenzylindersystem wird vertikal in den Schnellverschluss eingesetzt

Die Dichtfläche am Kolbenzylindersystem auf Sauberkeit prüfen.

Die O-Ring-Dichtung in der Aufnahme für das Schnellverschlusssystem auf richtigen Sitz und Verschleiß überprüfen. Gegebenenfalls austauschen.

- Durch ca. 1 1/2 Umdrehungen der Flügelschraube im Uhrzeigersinn (bis zum Anschlag), wird das System selbstdichtend eingeschraubt (handfest).
- Zum exakten Ausrichten des Gerätes kann die Libelle aus der Basisplatte herausgenommen werden und auf die Oberseite des eingespannten Kolbenzylindersystems aufgelegt werden. Hierdurch ist die genaueste Referenzierung zum Kolbenzylindersystem gegeben.



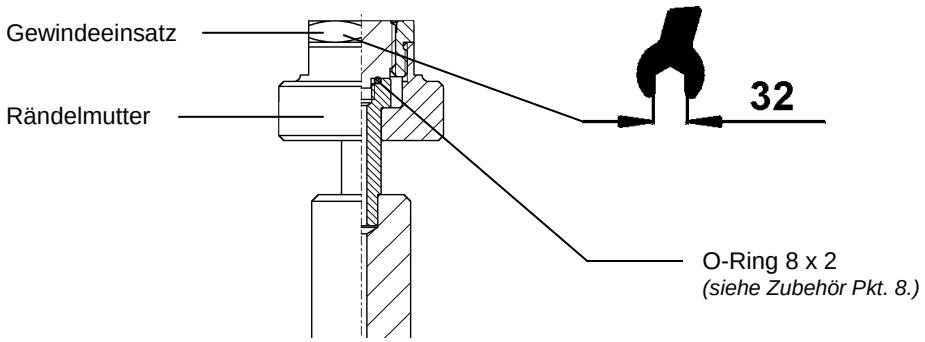
3.1.4 Anschluss des Prüflings

- Das zu überprüfende Gerät wird in den Schnellverschluss mit Rändelmutter eingesetzt und kann orientiert werden. Ein handfestes Anziehen reicht zum effektiven Abdichten aus.
- Um Geräte mit rückseitigem Anschluss zu kalibrieren, ist als Zubehör (siehe Punkt 8) ein Winkelanschlussstück erhältlich.

Die O-Ring-Dichtung im Prüflinganschluss auf richtigen Sitz und Verschleiß überprüfen. Gegebenenfalls austauschen.
Es ist darauf zu achten, dass jedes Gerät, das angeschlossen wird, im Inneren sauber ist.

- Standardmäßig ist der Schnellverschluss mit Gewindeeinsatz G1/2 ausgestattet.

Bei Kalibrierung von Geräten mit anderen Anschlussgewinden, können die Gewindeeinsätze entsprechend ausgetauscht werden (siehe Zubehör „Adapterset“). Für kurze Anschlussgewinde kann ein zusätzlicher Dichteinsatz (im optionalen Adapterset enthalten) auf die vorhandene Dichtfläche der Rändelmutter aufgeschraubt werden.



3.1.5 Entlüftung des Systems

Nach dem Aufspannen von Kolbenzylindersystem und Prüfling können sich Lufteinschlüsse im System befinden. Das System kann vor dem Beginn der Kalibrierung durch folgende Vorgehensweise entlüftet werden:

- Kolbenzylindersystem und Prüfling müssen aufgespannt sein und der komplette Massensatz auf das Kolbenzylindersystem aufgelegt sein
- Über die Vordruckpumpe einen Druck von ca. 50 bar erzeugen
- Mit der Spindelpumpe den Druck bis knapp unter den Messbereichsendwert des Kolbenzylindersystems bzw. des Prüflings (kleinerer Druckbereich ist entscheidend) erhöhen.

Wichtig: Das Kolbenzylindersystem muss hierbei in seiner unteren Position bleiben, also noch nicht in den Schwebezustand gehen.

- Auslassventil langsam öffnen, vorhandene Lufteinschlüsse entweichen in den Tank

Gegebenenfalls ist dieser Vorgang 1-2 mal zu wiederholen, um sämtliche Lufteinschlüsse zu entfernen.

Das Gerät ist nun einsatzbereit

3.2 Betrieb

3.2.1 Vorgehensweise bei Einkolbenzylindersystem LR-*Cal* LDW-H-EKZ 120 bar oder 1.600 psi

3.2.1.1 Massenauflage

- Stapeln sie die für den gewünschten Druckwert erforderlichen Massen auf den Kolbenschaft. Stellen sie sicher, dass die Massen jeweils lagerichtig aufeinander zentriert werden.

  Jede Masse besitzt folgende Kennzeichnung:
  -Druckwert
  -Kolbenquerschnitt
  -Massensatznummer

Bei der Geräteausführung mit Premium-Genauigkeit wird eine zusätzliche Kennzeichnung (Buchstabe oder Buchstabe/Zahlen-Kombination) auf der Masse angebracht. Dies dient zur Identifizierung von Massen mit ähnlichen Nenndrücken und sie erhalten so den tatsächlichen Massenwert (in Gramm).

- Dieses Kolbenzylindersystem hat ein Grundgewicht, das 10 psi entspricht. Wenn die Kalibrierung in einer anderen Druck-Einheit erforderlich ist, sollte die erste Masse, die auf den Kolbenschaft aufgelegt wird, das Ausgleichsgewicht sein (kleines Massestück mit „+ Kolben "-Kennzeichnung).

3.2.1.2 Druckwert anfahren

- Zuerst muss das System mit Öl gefüllt und vorkomprimiert werden.
- Hierzu ist das Auslass-Ventil zu schließen
- Danach mehrere Hübe mit der Vordruckpumpe ausführen – der Druck steigt auf max. ca. 50 bar (abhängig vom angeschlossenen Prüflingvolumen).
- Anschließend über die eingebaute Spindelpumpe im Uhrzeigersinn den Druck erhöhen.
- Kurz bevor der erzeugte Druck den aktuellen Prüfpunkt erreicht sollten die Gewichte von Hand in Rotation versetzt werden (ca. 30-40 U/min), um Reibungseffekte zu minimieren. Beim Rotieren der Gewichte sollte darauf geachtet werden, dass keine unnötigen Querkräfte auf den Kolben aufgebracht werden.

Das System darf niemals in Rotation versetzt werden, wenn sich der Kolben am oberen oder unteren Anschlag befindet.

3.2.1.3 Druck stabil

- So lange Druck einlassen, bis sich das System im Gleichgewichtszustand befindet.
- Wenn der Prüfpunkt erreicht ist, wird der Kolben beginnen, sich nach oben in seinen Schwebezustand zu bewegen. Die Schwebeposition (freies Drehen) liegt zwischen 1-7mm oberhalb des Zylinders. Um dies zu bestätigen, kann der Bediener die Massenauflage an der Oberseite leicht nach unten drücken (mit dem Zeigefinger). Wenn der Kolben und die Massen zu hüpfen scheinen (bewegen sich frei nach oben und unten), dann befindet sich das Kolbenzylindersystem an dem Druckwert, der der Massenauflage entspricht.

Kurz vor dem Schwebezustand steigt das System rasch an. Es empfiehlt sich daher, die Spindel nur langsam und gleichmäßig im Uhrzeigersinn zu drehen.

- Der Kolben und damit auch der Prüfdruck steht nun mehrere Minuten stabil.

3.2.2 Vorgehensweise bei Einkolbenzylindersystem LR-*Cal* LDW-H-EKZ 300 bar oder 4.000 psi

3.2.2.1 Massenauflage

- Der Kolbenschaft hat eine Gewindebohrung auf der Oberseite. Um den anfänglichen Start-Druckwert (30 psi oder 2 bar) zu erreichen, muss eine sechseckige Masse in den Kolbenschaft eingeschraubt werden. Dies sollte vor Beginn der Kalibrierung erfolgen.
- Stapeln sie die für den gewünschten Druckwert erforderlichen Massen auf den Kolbenschaft. Stellen sie sicher, dass die Massen jeweils lagerichtig aufeinander zentriert werden.

  Jede Masse besitzt folgende Kennzeichnung:
  -Druckwert
  -Kolbenquerschnitt
  -Massensatznummer

Bei der Geräteausführung mit Premium-Genauigkeit wird eine zusätzliche Kennzeichnung (Buchstabe oder Buchstabe/Zahlen-Kombination) auf der Masse angebracht. Dies dient zur Identifizierung von Massen mit ähnlichen Nenndrücken und sie erhalten so den tatsächlichen Massenwert (in Gramm).

3.2.2.2 Druckwert anfahren

- Zuerst muss das System mit Öl gefüllt und vorkomprimiert werden.
- Hierzu ist das Auslass-Ventil zu schließen
- Danach mehrere Hübe mit der Vordruckpumpe ausführen – der Druck steigt auf max. ca. 50 bar (abhängig vom angeschlossenen Prüflingvolumen).
- Anschließend über die eingebaute Spindelpumpe im Uhrzeigersinn den Druck erhöhen.
- Kurz bevor der erzeugte Druck den aktuellen Prüfpunkt erreicht sollten die Gewichte von Hand in Rotation versetzt werden (ca. 30-40 U/min), um Reibungseffekte zu minimieren. Beim Rotieren der Gewichte sollte darauf geachtet werden, dass keine unnötigen Querkräfte auf den Kolben aufgebracht werden.

Das System darf niemals in Rotation versetzt werden, wenn sich der Kolben am oberen oder unteren Anschlag befindet.

3.2.2.3 Druck stabil

- So lange Druck einlassen, bis sich das System im Gleichgewichtszustand befindet.
- Wenn der Prüfpunkt erreicht ist, wird der Kolben beginnen, sich nach oben in seinen Schwebezustand zu bewegen. Die Schwebeposition (freies Drehen) ist erreicht, wenn der untere Rand des Hilfszylinders, der mit dem Kolbenkopf verbunden ist, in eine Position innerhalb des gerändelten Bereiches des Bolzens steigt, der an die Kolbeneinheit montiert ist. Um dies zu bestätigen, kann der Bediener die Massenauflage an der Oberseite leicht nach unten drücken (mit dem Zeigefinger). Wenn der Kolben und die Massen zu hüpfen scheinen (bewegen sich frei nach oben und unten), dann befindet sich das Kolbenzylindersystem an dem Druckwert, der der Massenauflage entspricht.

Kurz vor dem Schwebezustand steigt das System rasch an. Es empfiehlt sich daher, die Spindel nur langsam und gleichmäßig im Uhrzeigersinn zu drehen.

- Der Kolben und damit auch der Prüfdruck steht nun mehrere Minuten stabil.

3.2.3 Vorgehensweise bei allen Doppel-Kolbenzylindersystemen LR-*Cal* LDW-H-DKZ

3.2.3.1 Massenauflage

- Stapeln sie die für den gewünschten Druckwert erforderlichen Massen auf den Kolbenschaft. Stellen sie sicher, dass die Massen jeweils lagerichtig aufeinander zentriert werden.

  Jede Masse besitzt folgende Kennzeichnung:
  -Niederdruck-/Hochdruck-Druckwert
  -Niederdruck-/Hochdruck-Kolbenquerschnitt
  -Massensatznummer

Bei der Geräteausführung mit Premium-Genauigkeit wird eine zusätzliche Kennzeichnung (Buchstabe oder Buchstabe/Zahlen-Kombination) auf der Masse angebracht. Dies dient zur Identifizierung von Massen mit ähnlichen Nenndrücken und sie erhalten so den tatsächlichen Massenwert (in Gramm).

- Alle Doppel-Kolbenzylindersysteme haben ein Grundgewicht, das 10 psi entspricht (auf den Niederdruck-Kolben). Wenn die Kalibrierung in einer anderen Druck-Einheit erforderlich ist, sollte die erste Masse, die auf den Kolbenschaft aufgelegt wird, das Ausgleichsgewicht sein (kleines Massestück mit „+ Kolben "-Kennzeichnung).

3.2.3.2 Druckwert anfahren

- Zuerst muss das System mit Öl gefüllt und vorkomprimiert werden.
- Hierzu ist das Auslass-Ventil zu schließen
- Danach mehrere Hübe mit der Vordruckpumpe ausführen – der Druck steigt auf max. ca. 50 bar (abhängig vom angeschlossenen Prüflingvolumen).
- Anschließend über die eingebaute Spindelpumpe im Uhrzeigersinn den Druck erhöhen.
- Kurz bevor der erzeugte Druck den aktuellen Prüfpunkt erreicht sollten die Gewichte von Hand in Rotation versetzt werden (ca. 30-40 U/min), um Reibungseffekte zu minimieren. Beim Rotieren der Gewichte sollte darauf geachtet werden, dass keine unnötigen Querkräfte auf den Kolben aufgebracht werden.

Das System darf niemals in Rotation versetzt werden, wenn sich der Kolben am oberen oder unteren Anschlag befindet.

3.2.3.3 Druck stabil

- So lange Druck einlassen, bis sich das System im Gleichgewichtszustand befindet.
- Wenn der Prüfpunkt erreicht ist, wird der Kolben beginnen, sich nach oben in seinen Schwebezustand zu bewegen. Auf allen Doppel-Kolbenzylindersystem-Modellen gibt es zwei Schwebepositionen (freies Drehen). Eine ist für den Niederdruckbereich und wird angezeigt, wenn ein blaues Band mit silbernen Strichen sichtbar wird. Die andere ist für den Hochdruckbereich und wird angezeigt, wenn ein rotes Band mit silbernen Strichen sichtbar wird. Wenn die untere abgeschrägte Kante des Kolbenschafts irgendwo innerhalb der oben genannten Bänder schwebt, wird angezeigt, dass das Kolbenzylindersystem sich an dem Druckwert befindet, der der Massenauflage für den Bereich entspricht, in dem das System gerade arbeitet. Um dies zu bestätigen, kann der Bediener die Massenauflage an der Oberseite leicht nach unten drücken (mit dem Zeigefinger). Wenn der Kolben und die Massen zu hüpfen scheinen (bewegen sich frei nach oben und unten), dann befindet sich das Kolbenzylindersystem an dem Druckwert, der der Massenauflage entspricht.

Kurz vor dem Schwebezustand steigt das System rasch an. Es empfiehlt sich daher, die Spindel nur langsam und gleichmäßig im Uhrzeigersinn zu drehen.

- Der Kolben und damit auch der Prüfdruck steht nun mehrere Minuten stabil.

- Wenn ein Prüfpunkt im Niederdruckbereich bereits erreicht wurde, kann der Bediener den Druck im System erhöhen, bis der zweite Prüfpunkt im Hochdruckbereich erreicht wird. Diese Umschaltung der Druckbereiche ist vollautomatisch. Das einzige sichtbare Anzeichen ist eine geringe Menge an Ölverlust, die aus einem abgewinkelten Loch in der Seite des Kolbenzylindersystem-Gehäuses austritt. Das ist normal und sollte kein Grund zur Besorgnis sein.

3.2.4 Nächste Druckstufe

- Nachdem der Druckwert erreicht wurde und wenn an weiteren Prüfpunkten kalibriert werden soll, sollte der Bediener die Rotation des Kolbenzylindersystems stoppen und vorsichtig zusätzliche Massen auf das System auflegen bevor der Druck weiter erhöht wird.
- Wenn an einem kleineren Druckwert als der vorherige Prüfpunkt kalibriert werden soll, sollte der Bediener die Rotation des Kolbenzylindersystems stoppen und vorsichtig die erforderlichen Massen vom System entfernen bevor der Druck auf den gewünschten Wert eingestellt wird.

3.2.5 Druck entlasten

- Die Spindelpumpe im Gegen-Uhrzeigersinn drehen, um das System zu entlasten.
- Befindet sich der Druck in der Nähe der nächsten Prüfstufe, kann die Feineinstellung über das Spindelrad vorgenommen werden.
- Sobald die Kalibrierung an allen Prüfpunkten abgeschlossen ist, sollte der Bediener den Druck aus dem System ablassen und alle Massen vorsichtig entfernen, um das Gerät für die nächste Kalibrierung betriebsbereit zu machen.

Achtung: Der Kolben darf hierbei nicht in der Schwebe sein!

Vorsicht:
Der Kolben sinkt kurz vor dem Gleichgewichtszustand recht schnell ab.

Vorsicht:
Die Massenscheiben dürfen unter Druck nicht vollständig vom Kolbenzylinder-system entfernt werden.

3.3 Abbau

- Nach Aufnahme aller Druckpunkte, das Auslassventil öffnen.
- Jetzt kann der Prüfling vom Schnellspanner abgenommen werden und alle Massenscheiben vom Kolbenzylindersystem entfernt werden.
- Ist ein weiterer Prüfling mit gleichem Messbereich vorhanden, kann das Kolbenzylindersystem aufgespannt bleiben.
- Ansonsten wird empfohlen das System herauszunehmen und im Schutzbehälter zu verstauen.

Demontieren sie den Prüfling oder das Kolbenzylindersystem erst, wenn der Druck im Kolbenmanometer vollständig abgebaut ist.

- Zum Abnehmen des Drehkreuzes von der Spindelpumpe ist das Federdruckstück mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers oder Kugelschreibers nach unten zu drücken. Jetzt kann das Drehkreuz nach vorne abgezogen werden.

4. Maßnahmen bei Störungen

Können Störungen vom Bediener nicht beseitigt werden, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen und der Hersteller ist zu kontaktieren.

Reparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden. Eingriffe und Änderungen am Gerät durch den Betreiber sind unzulässig.

Tabelle: Fehlerbeschreibung und Maßnahmen

Fehlerart	**Maßnahmen**
I. Kein Druckaufbau möglich / Leckage im System	■ Überprüfen Sie, ob ausreichend Medium im System/Ölbehälter ist. ■ Auslass-Ventil richtig verschließen ■ **Achtung**: Das Auslassventil darf nur fingerfest angezogen werden, sonst kann der Ventilsitz beschädigt werden. ■ Überprüfen Sie, ob die Dichtungen in der Aufnahme für das Kolbenzylindersystem sowie für den Prüfling eingelegt und in Ordnung sind.
II. Kein Druckaufbau möglich bzw. Messbereichsendwert nicht erreichbar	■ Nach dem Aufspannen von Kolbenzylindersystem und Prüfling können sich Lufteinschlüsse im System befinden. ■ **Achtung:** Das System sollte vor dem Beginn der Kalibrierung entlüftet werden. Hierbei ist wie unter Pkt. 3.1.4 beschrieben vorzugehen. ■ Danach Druck neu aufbauen
III. Langsames Absinken des Kolbens im Schwebezustand	■ Leckage im System, siehe Punkt I. ■ Nach dem Aufspannen von Kolbenzylindersystem und Prüfling können sich Lufteinschlüsse im System befinden, siehe Punkt II. ■ Danach Druck neu aufbauen
IV. Kolben dreht nicht oder reagiert unempfindlich	■ **Achtung**: Dreht sich der Kolben nicht leichtgängig oder scheint er zu „kleben“, keinesfalls unter Gewalteinwirkung drehen. Ansonsten entstehen bleibende Schäden, die die Messgenauigkeit stark beeinflussen. ■ Kolben muss gereinigt werden (siehe Abschnitt 5.1.1)

Weitere Hilfe erhalten Sie durch die DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH.

5. Pflege und Wartung

5.1 Reinigung

5.1.1 Kolbenzylindersystem

Kolbenzylindersysteme sollten gereinigt werden, wenn sie für eine längere Zeit eingelagert werden, wenn sie mit verschiedenen Druckmedien verwendet werden oder wenn sie möglicherweise nicht richtig funktionieren aufgrund von Verschmutzung.

Einleitung

Die Genauigkeit einer Druckwaage hängt hauptsächlich von der wirksamen Fläche des Kolbenzylindersystems und der Gewichte, die auf den Kolben aufgelegt werden, ab. Die effektive Kolbenquerschnittsfläche kann durch Verschleiß des Kolbenzylindersystems beeinflusst werden. Dies wird im Allgemeinen durch Verunreinigung des Öls in dem Prüfgerät durch Fremdkörper aus den Kalibriergegenständen verursacht, durch Wasser oder durch Chemikalien aus den Kalibriergegenständen oder von Rost und Korrosion verursacht durch Verunreinigungen.

Erforderliche Werkzeuge

Die folgenden Abschnitte beschreiben die notwendigen Werkzeuge zum Demontieren des Kolbenzylindersystems für die Reinigung. Dieser Teil enthält Einzelheiten zu Verbrauchsmaterialien, die erforderlich sind, um keine Verschlechterung der Laufeigenschaften sicherzustellen.

Entfettungsflüssigkeit:
Es gibt viele verschiedene Arten von Fettlösungsmittel im Handel. Die Flüssigkeit, die verwendet werden sollten, darf keinerlei Rückstände auf den hochglanzpolierten Oberflächen von Kolben oder Zylinder hinterlassen.

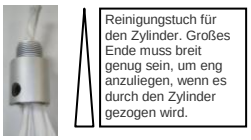
Reinigungstuch:
Das verwendete Tuch darf beim Gebrauch keine Partikel hinterlassen. Ein fusselfreies Tuch sollte vorzugsweise verwendet werden.

Verwenden Sie keine Poliermittel, um Spuren auf dem Kolben oder Zylinder zu entfernen. Die Verwendung solcher Mittel verändert die Größen und ändert damit die kalibrierte effektive Kolbenquerschnittsfläche.

Je nach Einsatz empfiehlt es sich, das Kolbenzlindersystem bei Bedarf zu reinigen. Anzeichen hierfür sind schlechte Sensitivität oder kurze freie Drehdauer.

Dazu wird das Kolbenzylindersystem vom Basement entfernt und unter Beachtung folgender Hinweise zerlegt.

5.1.1.1 Vorgehensweise bei Einkolbenzylindersystem LR-*Cal* LDW-H-EKZ 120 bar / 1.600 psi

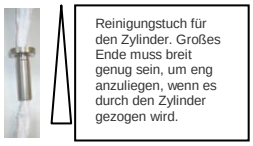
	Erforderliche Werkzeuge: 30mm Schraubenschlüssel, Werkzeug zum O-Ring-Entfernen, Drehstift Ø10, 1/16" Inbusschlüssel, fusselfreies Reinigungstuch
	Stellen sie das Kolbenzylindersystem auf den Tisch und schrauben sie es unter Verwendung des Drehstifts Ø10 und des 30 mm-Schraubenschlüssels gegen den Uhrzeigersinn wie gezeigt auf. Entfernen sie den O-Ring im Kolbenadapter.
	Entfernen sie mit dem 1/16"-Inbusschlüssel den Kolben-Anschlagbund. Nach dem Entfernen heben sie den Zylinder in vertikaler Richtung an, bis er nicht mehr mit dem Kolben im Eingriff ist. Legen sie alle Teile an einen sauberen und stabilen Ort.
	Entfetten sie alle metallischen Komponenten. Der Kolben und Zylinder (siehe Bild) sollten mit einem fusselfreien Tuch abgewischt werden, und auf Längskratzer untersucht werden. Zur Reinigung vom Zylinder schneiden sie ein 500 mm langes konisches fusselfreies Längsstück zurecht, wie dargestellt.
	Stellen sie den Kolben in vertikaler auf und geben sie etwas Druckmedium auf den Kolben. Schieben sie den Zylinder vertikal auf den Kolben.Verwenden sie keine Gewalt - dies sollte ein Präzisionsgleitsitz sein.
	Bauen sie den Kolben-Anschlagbund mit dem 1/16"-Inbusschlüssel wieder zusammen. Stellen die dabei sicher, dass die Befestigungsschraube im Einstich am Kolben richtig positioniert ist. Gelingt dies nicht, kann der Kolben unter Druck aus dem Zylinder herauskommen.
	Setzen sie einen sauberen/passenden O-Ring in den Kolbenadapter ein und schrauben sie den Kolbenadapter unter Verwendung des Drehstifts Ø10 und des 30 mm Schraubenschlüssels im Uhrzeigersinn auf den Zylinder wie abgebildet.

Der gereinigte Kolben darf niemals mit bloßen Händen berührt werden. Das natürliche Hautfett kann zum Verkleben des Kolben-Zylinder-Systems führen.

Der Kolben darf niemals gewaltsam in den Zylinder gedrückt werden, da er sonst beschädigt wird.

Das System ist wieder einsatzbereit.

5.1.1.2 Vorgehensweise bei Einkolbenzylindersystem LR-*Cal* LDW-H-EKZ 300 bar / 4,000 psi

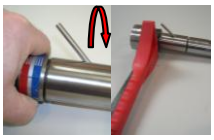
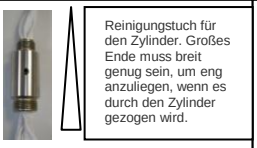
	Erforderliche Werkzeuge: Werkzeug zum O-Ring-Entfernen, fusselfreies Reinigungstuch
	Stellen sie das Kolbenzylindersystem auf den Tisch und schrauben sie es gegen den Uhrzeigersinn wie gezeigt auf. Entfernen sie den O-Ring im Kolbenadapter.
	Ziehen sie den Kolben aus seinem Zylinder in vertikaler Richtung heraus. Sobald der Kolben aus dem Zylinder heraus ist, ziehen sie den Zylinder aus dem Hilfszylinder.
	Entfetten sie alle metallischen Komponenten.
	Der Kolben und Zylinder (siehe Bild) sollten mit einem fusselfreien Tuch abgewischt werden, und auf Längskratzer untersucht werden. Zur Reinigung vom Zylinder schneiden sie ein 500 mm langes konisches fusselfreies Längsstück zurecht, wie dargestellt.
	Geben sie etwas Druckmedium auf den Zylinder-Außendurchmesser. Setzen sie den Zylinder in die Spannmutter und den zusammengesetzten Zylinder in den Hilfszylinder / Kopf, wie dargestellt. Verwenden sie keine Gewalt - dies sollte ein Präzisionsgleitsitz sein.
	Stellen sie die Zylinderbaugruppe auf dem Tisch und setzen sie den Kolben und Zylinder wie dargestellt zusammen. Verwenden sie keine Gewalt - dies sollte ein Präzisionsgleitsitz sein.
	Setzen sie einen sauberen/passenden O-Ring in den Kolbenadapter ein und schrauben sie den Kolbenadapter im Uhrzeigersinn auf den Zylinder wie abgebildet.

Der gereinigte Kolben darf niemals mit bloßen Händen berührt werden. Das natürliche Hautfett kann zum Verkleben des Kolben-Zylinder-Systems führen.

Der Kolben darf niemals gewaltsam in den Zylinder gedrückt werden, da er sonst beschädigt wird.

Das System ist wieder einsatzbereit.

5.1.1.3 Vorgehensweise bei allen Doppel-Kolbenzylindersystemen LR-*Cal* LDW-H-DKZ

	Erforderliche Werkzeuge: 30 mm Schraubenschlüssel, Werkzeug zum O-Ring-Entfernen, Drehstift Ø4,8, Gummibandschlüssel, fusselfreies Reinigungstuch
	Halten sie die Kappe mit den farbigen Bändern und stecken sie den Drehstift Ø4.8 in die abgewinkelte Bohrung des Niederdruck-Zylinders und schrauben sie eine volle Umdrehung gegen den Uhrzeigersinn, wie dargestellt. Wenn sie die beiden Teile nicht trennen können, sollte ein Gummibandschlüssel eingesetzt werden
	Stellen sie das Kolbenzylindersystem auf den Tisch und schrauben sie es gegen den Uhrzeigersinn wie gezeigt auf. Schieben sie den Grundkörper vertikal nach oben bis der Hochdruckkolben frei wird.
	Stecken sie den Drehstift Ø4.8 in die abgewinkelte Bohrung vom Niederdruck-Zylinder und setzen sie den 30 mm Schraubenschlüssel am Kolbenadapter an und schrauben sie gegen den Uhrzeigersinn auf. Entfernen Sie den Niederdruck-Kolben.
	Entfernen sie den O-Ring im Kolben-Adapter. Entfetten sie alle metallischen Komponenten - entfetten sie nicht die Kappe mit den farbigen Bändern.
	Der Hoch- und Niederdruckkolben, der Hilfszylinder und der Zylinder (siehe Bild) sollten mit einem fusselfreien Tuch abgewischt werden, und auf Längs-kratzer untersucht werden. Zur Reinigung vom Zylinder schneiden sie ein 500 mm langes konisches fusselfreies Längsstück zurecht, wie dargestellt.
	Geben sie etwas Druckmedium auf den Hilfszylinder. Stecken sie die Kolbenschaft-/Hilfszylinder-Unterbaugruppe in den Niederdruck-Zylinder. Verwenden sie keine Gewalt - dies sollte ein Präzisionsgleitsitz sein.
	Geben sie etwas Druckmedium auf den Niederdruck-Kolben (innen und außen). Stecken sie den Niederdruck-Kolben in den Niederdruck-Zylinder. Verwenden sie keine Gewalt - dies sollte ein Präzisionsgleitsitz sein.
	Setzen sie einen sauberen/passenden O-Ring in den Kolbenadapter ein und schrauben sie den Kolbenadapter im Uhrzeigersinn auf den Zylinder wie abgebildet.

Der gereinigte Kolben darf niemals mit bloßen Händen berührt werden. Das natürliche Hautfett kann zum Verkleben des Kolbenzylindersystems führen.

Der Kolben darf niemals gewaltsam in den Zylinder gedrückt werden, da er sonst beschädigt wird.

Das System ist wieder einsatzbereit.

5.1.2 Massensatz

- Die Massen sollten nur mit Handschuhen angefasst werden.
- Sind trotzdem Fingerabdrücke oder andere Verschmutzungen an den Masseauflagen, können diese mit einer geeigneten Entfettungsflüssigkeit entfernt werden.

5.2 Verschleißteile

O-Ringe in Aufnahme Kolbenzylindersystem und Prüflingaufnahme unterliegen einem Verschleiß. Beide O-Ringe sind vor jeder Kalibrierung auf korrekten Sitz und Verschleiß zu prüfen. Die O-Ringe sind ggf. in regelmäßigen Zeitabständen oder bei Bedarf auszutauschen (siehe Zubehör Pkt. 8).

Wichtig: Es dürfen nur Original-Dichtungen verwendet werden. Dichtungen abweichender Maße oder Werkstoffe bzw. Materialhärten können zu Beschädigungen am Gerät und am Prüfling führen und stellen eine Gefahr für den Bediener dar.

5.3 Austausch des hydraulischen Druckmediums

Das Hydrauliköl sollte bei sichtbarer Verunreinigung ausgetauscht werden.

5.3.1 Hydraulisches Druckmedium entfernen

- Verschlussschraube mit Öleinfüllsymbol auf Basement-Oberseite öffnen. Drücken Sie die Vordruckpumpe nach unten und drehen sie die Spindelpumpe vollständig im Uhrzeigersinn ein.
- Öl aus Tank z.B. mit einer geeigneten Spritze absaugen
- Kleine Restölmengen können bei geöffneter Aufnahme für Kolbenzylindersystem und Prüflinganschluss und geschlossenem Auslassventil durch langsames Eindrehen der Spindelpumpe zusätzlich an den Anschlüssen abgesaugt werden
- Geringe Restölmengen können im Rohrleitungssystem zurückbleiben

Bei starker Verschmutzung des Hydrauliköls ist ggf. eine Komplettreinigung der Verrohrung und aller medienberührten Einzelkomponenten des Basements im demontierten Zustand zu empfehlen. Dieser Eingriff darf nur vom Hersteller durchgeführt werden.

Die Altölentsorgung muss gemäß den gesetzlichen Bestimmungen erfolgen.

5.3.2 Hydraulisches Druckmedium einfüllen

- Spindelpumpe im Uhrzeigersinn bis zum vorderen Anschlag eindrehen
- Auslassventil schließen
- Verschlussschraube mit Öleinfüllsymbol auf Basementoberseite öffnen
- Erforderliches Druckmedium (1 Liter im Lieferumfang enthalten bzw. als Zubehör erhältlich) über die Tanköffnung einfüllen bis der Füllstand das Gewinde der Tanköffnung erreicht (ca. 250 ml). Die Füllhöhe ist hierbei stets zu beobachten.
- Spindelpumpe gegen den Uhrzeigersinn bis zum hinteren Anschlag herausdrehen. Das Druckmedium wird automatisch vom Tank in das System gesaugt.
- Tanköffnung mit Verschlussschraube schließen

5.3.3 Entlüftung des Systems (nur nach Komplettbefüllung)

Nach der Erstbefüllung oder nach einem kompletten Austausch des Druckmediums können sich Lufteinschlüsse im System befinden. Das System sollte durch folgende Vorgehensweise entlüftet werden:

- Anschluss Kolbenzylindersystem und Prüflinganschluss müssen offen sein
- Auslassventil schließen
- Spindelpumpe gegen den Uhrzeigersinn bis zum hinteren Anschlag herausdrehen
- Mit Vordruckpumpe vorsichtig pumpen und dabei das Füllmedium in den offenen Anschlüssen Kolbenzylindersystem und Prüfling beobachten. Hier tritt die eingeschlossene Luft durch Blasenbildung nach außen. Die Vordruckpumpe ist so lange zu betätigen bis keine Luftblasen mehr auftauchen.
- Austretendes Öl in den offenen Anschlüssen Kolbenzylindersystem und Prüfling sollte abgewischt werden bevor mit anderen Arbeiten begonnen wird.

5.4 Rekalibrierung

Die empfohlene Rekalibrierungsdauer beträgt: 5 Jahre abhängig von den Nutzungsbedingungen.

Voraussetzung für dieses Intervall ist ein sorgsamer Umgang mit System und Massen.
Sollten diese in rauher/industrieller Umgebung betrieben werden, empfiehlt sich eine Verkürzung des Intervalls auf ca. drei Jahre.

Das Kolbenmanometer sollte sofort überholt und neu kalibriert werden, wenn:

- Die Laufeigenschaften des Kolbens sich verschlechtern (Drehdauer, Sinkrate, Sensitivität)
- Die Gewichte beschädigt sind oder korrodieren

Zur Rekalibrierung oder bei Fragen hinsichtlich des optimalen Rekalibrierungszyklus stehen wir Ihnen gern zur Verfügung:

DRUCK & TEMPERATUR Leitenberger GmbH
Bahnhofstr. 33
D-72138 Kirchentellinsfurt
Tel.: +49 (0) 7121 – 90920-0
Fax +49 (0) 7121 – 90920-99
E-Mail: DT-Info@Leitenberger.de
http://www.LR-Cal.net

6. Technische Daten

Ausführung		Einkolben-Messbereiche		Doppelkolben-Messbereiche		
Messbereich 1)	**bar, kg/cm²**	**1…120**	**2…300**	**1…60 / 10…700**	**1…60 / 20…1.200**	**1…60 / 20…1.400**
Erforderliche Massen	kg	49,7	49,6	57,4	49,2	57,4
Kleinster Step 2) (Std.-Massensatz)	bar, kg/cm²	0,5	2,5	0,5 / 5,0	0,5 / 10	0,5 / 10
Kleinster Step 3) (Feinmassensatz)	bar, kg/cm²	0,02	0,05	0,01 / 0,1	0,01 / 0,2	0,01 / 0,2
Nominale Kolbenquerschnittsfläche	cm²	0,4032	0,1613	0,8065 / 0,0807	0,8065 / 0,0403	0,8065 / 0,0403
Messbereich 1)	**psi, lb/in²**	**10…1.600**	**30…4.000**	**10…800 / 100…10.000**	**10…800 / 200…16.000**	**10…800 / 200…20.000**
Erforderliche Massen	kg	45,5	45,3	56,4	45	56,4
Kleinster Step 2) (Std.-Massensatz)	psi, lb/in²	5	20	5 / 50	5 / 10	5 / 100
Kleinster Step 3) (Feinmassensatz)	psi, lb/in²	0,2	0,5	0,1 / 1	0,1 / 2	0,1 / 2
Nominale Kolbenquerschnittsfläche	cm²	0,4032	0,1613	0,8065 / 0,0807	0,8065 / 0,0403	0,8065 / 0,0403
Messbereich 1)	**kPa**	**100…12.000**	**200…30.000**	**100…6.000 / 1.000…70.000**	**100…6.000 / 2.000…120.000**	**100…6.000 / 2.000…140.000**
Erforderliche Massen	kg	49,7	49,6	57,4	49,2	57,4
Kleinster Step 2) (Std.-Massensatz)	kPa	50	250	50 / 500	50 / 1.000	50 / 1.000
Kleinster Step 3) (Feinmassensatz)	kPa	2	5	1 / 10	1 / 20	1 / 20
Nominale Kolbenquerschnittsfläche	cm²	0,4032	0,1613	0,8065 / 0,0807	0,8065 / 0,0403	0,8065 / 0,0403
Genauigkeiten						
Standard 4) 5)	% v.MW	0,015	0,015	0,015	0,015	0,025
Optional 4) 5)	% v.MW	0,007	0,006	0,006	0,007	0,007
Druckübertragungsmedium						
Standard		Hydraulikflüssigkeit auf Mineralölbasis VG22				
Optional		Sebacateöl Bremsflüssigkeit Skydrol Fomblinöl	Sebacateöl Bremsflüssigkeit Skydrol Fomblinöl	Sebacateöl Bremsflüssigkeit Skydrol Fomblinöl	Sebacateöl Bremsflüssigkeit Skydrol Fomblinöl	Sebacateöl --- --- ---
Werkstoffe						
Kolben		Stahl	Stahl	Wolframcarbid / Stahl	Wolframcarbid / Stahl	Wolframcarbid / Stahl
Zylinder		Bronze	Stahl	Stahl / Wolframcarbid	Stahl / Wolframcarbid	Stahl / Wolframcarbid
Massensatz		Edelstahl, nicht magnetisch				
Gewicht						
Kolbenzylindersystem	kg	1	0,8	2	2	2
Aufbewahrungskoffer für Kolbenzylindersystem	kg kg	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
"bar"-Standardmassensatz (in 2 Holzkoffern)	kg	61,3	61,2	69	60,8	69
"psi"-Standardmassensatz (in 2 Holzkoffern)	kg	57,1	56,9	68	56,6	68
"bar"-Feinmassensatz	kg	0,33	0,5	0,5	0,5	0,5
"psi"-Feinmassensatz	kg	0,23	0,34	0,34	0,34	0,34
Abmessungen						
Tragekoffer für Feinmassensatz	mm	B 400 x T 310 x H 310				
Aufbewahrungskoffer für Kolbenzylindersystem (optional)	mm	B 300 x T 265 x H 205				

1) Theoretischer Startwert; entspricht dem durch den Kolben bzw. Kolben- und Ausgleichsgewicht (aufgrund seines Eigengewichtes) erzeugten Druckwert. Zur Optimierung der Laufeigenschaften sollten weitere Massen aufgelegt werden.
2) Der kleinste Druckänderungswert, der aufgrund des Standardmassensatzes erreicht wird. Zur Reduzierung ist optional ein Feinmassensatz erhältlich.
3) Der kleinste Druckänderungswert, der aufgrund des optionalen Feinmassensatzes erreicht wird. Zur weiteren Reduzierung ist im Zubehör ein Feinmassensatz der Klasse M1 oder F1 erhältlich.
4) Die Genauigkeit wird ab 10 % des Messbereiches auf den Messwert bezogen. Im unteren Bereich gilt ein Festfehler, bezogen auf 10 % des Bereiches.
5) Messunsicherheit bei Referenzbedingungen (Umgebungstemperatur 20 °C, Luftdruck 1.013 mbar, relative Luftfeuchte 40 %). Bei Einsatz ohne CalibratorUnit müssen ggf. Korrekturen angebracht werden.

Grundgeräteausführung	
Hydraulisch Standard **LR-*Cal* LDW-H-S**	bis max. 1.200 bar / 16.000 psi; mit interner Druckversorgung
Hydraulisch Hochdruck **LR-*Cal* LDW-H-H**	bis max. 1.400 bar / 20.000 psi; mit interner Druckversorgung
Druckübertragungsmedium	
Standard	Hydraulikflüssigkeit auf Mineralölbasis VG22
Optional	Sebacateöl, Bremsflüssigkeit, Skydrol oder Fomblinöl (abhängig vom Messbereich)
Vorratsbehälter	250 cm³
Anschlüsse	
Anschluss für Kolbenzylindersystem	Außengewinde G 3/4; optional: Schnellverschluss (Schnellverschluss NICHT für 1.400 bar Version)
Prüflingsanschluss	Schnellanschluss G 1/2 Innengewinde, freilaufend, wechselbar (andere Gewindeeinsätze siehe Zubehör)
Werkstoff	
Verrohrung im Grundgerät	Edelstahl 1.4404, 6 x 2 mm
Gewicht	
Grundgerät Standard **LR-*Cal* LDW-H-S**	18,0 kg (19,0 kg mit optionalem Schnellverschluss)
Grundgerät Hochdruck **LR-*Cal* LDW-H-H**	18,0 kg
Aufbewahrungskoffer für Grundgerät	8,5 kg
Zulässige Umgebungsbedingungen	
Betriebstemperatur	18…28°C
Abmessungen	
Grundgerät (beide Versionen)	B 400 x T375 x H 265 mm

Zulassungen und Zertifikate

CE-Konformität	
Druckgeräterichtlinie	97/23/EG (Modul A)
Zertifikat	
Kalibrierung	Werkskalibrierschein Optional: UKAS- (DKD-/DAkkS-) Kalibrierschein

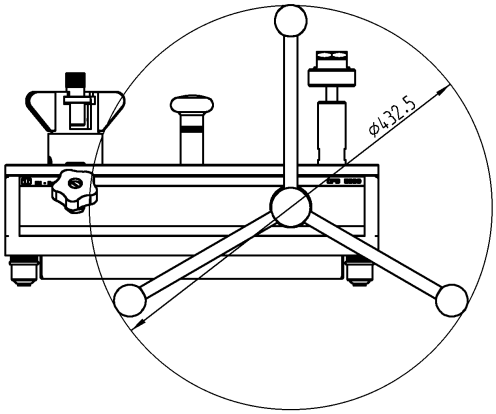
Standard-Lieferumfang

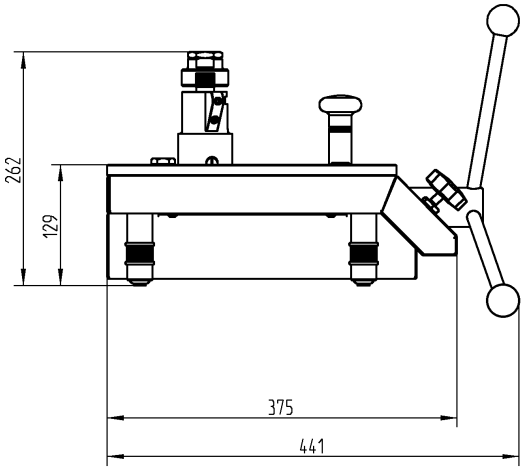
- Basement mit Staubschutzhaube
- Vordruckpumpe
- Spindelpumpe zum Druckaufbau und Feineinstellung
- Kolbenaufnahme mit Außengewinde G3/4 B
- Schnellanschluss für Prüflinge mit Gewinde-einsatz Innengewinde G1/2, wechselbar
- Kolbenzylindersystem
- Standardmassensatz im Tragekoffer
- Massensatz gefertigt auf Norm-Fallbeschleunigung von 9,80665 m/s²
- Mineralöl VG22 (1,0 Liter)
- Betriebsanleitung in deutscher und englischer Sprache
- Werkskalibrierschein

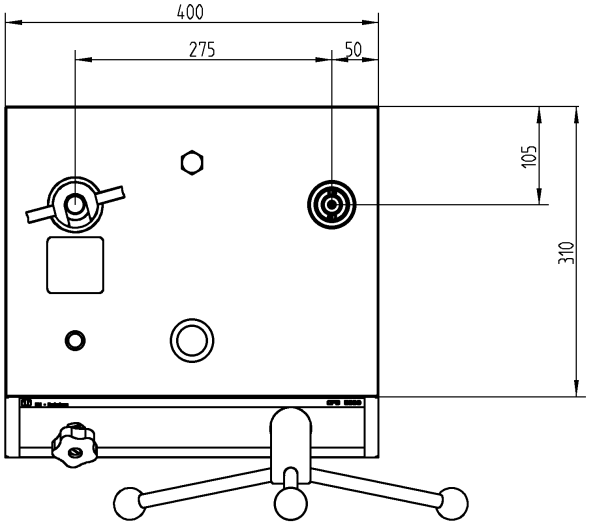
Optionen

- Andere Druckübertragungsmedien
- Kolbenaufnahme mit Schnellverschluss
- Systeme mit erhöhter Genauigkeit bis 0,006 %
- Andere Druckeinheiten
- Massensatz gefertigt auf lokale Fallbeschleunigung
- Feinmassensatz
- Aufbewahrungskoffer für Basement und Kolbenzylindersystem
- DKD/DAkkS- Kalibrierschein

Abmessungen

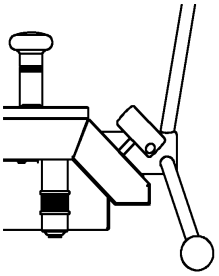


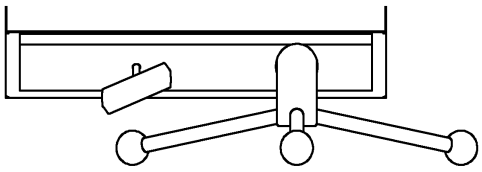




Ausschnitt Detailansichten
1.400 bar-Hochdruckversion
-mit Hochdruck-Absperrventil
-kein optionaler Schnell-verschluss möglich

Abmessungen sind identisch.





7. Gewichtstabellen

Die folgenden Tabellen zeigen für die jeweiligen Messbereiche die Anzahl der Massestücke innerhalb eines Massensatzes mit ihren resultierenden Nenndrücken.

Sollten Sie das Gerät nicht unter Referenzbedingungen einsetzen (Umgebungstemperatur 20°C, Luftdruck 1013 mbar, relative Luftfeuchte 40 %), sind die Korrekturen gemäß Punkt 2.3 zu berücksichtigen.

Messbereich [bar] oder [kg/cm²]	Einzelkolben-Messbereiche				Doppelkolben-Messbereiche									
	1 … 120		2 … 300		1 … 700			1 … 1.200			1 … 1.400			
					1 … 60		10 … 700	1 … 60		20 … 1.200	1 … 60		20 … 1.400	
	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar] [kg/cm²]	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar] [kg/cm²]	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar] [kg/cm²]	Nenndruck je Stück [bar] [kg/cm²]	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar] [kg/cm²]	Nenndruck je Stück [bar] [kg/cm²]	Anzahl	Nenndruck je Stück [bar] [kg/cm²]	Nenndruck je Stück [bar] [kg/cm²]	
Kolben und Ausgleichs-gewicht	1	1	1	2	1	1	10	1	1	20	1	1	20	
Standardmassensatz	4	20	4	50	5	10	100	4	10	200	5	10	200	
	1	18	1	45	1	9	90	1	9	180	1	9	180	
	1	10	1	25	1	5	50	1	5	100	1	5	100	
	2	4	2	10	2	2	20	2	2	40	2	2	40	
	1	2	1	5	1	1	10	1	1	20	1	1	20	
	2	1	1	3	1	0,5	5	1	0,5	10	1	0,5	10	
	1	0,5	1	2,5										
Feinmassensatz (optional)	1	0,4	2	1	2	0,2	2	2	0,2	4	2	0,2	4	
	1	0,2	1	0,5	1	0,1	1	1	0,1	2	1	0,1	2	
	1	0,1	1	0,25	1	0,05	0,5	1	0,05	1	1	0,05	1	
	2	0,04	2	0,1	2	0,02	0,2	2	0,02	0,4	2	0,02	0,4	
	1	0,02	1	0,05	1	0,01	0,1	1	0,01	0,2	1	0,01	0,2	

Messbereich [psi] oder [lb/in²]	Einzelkolben-Messbereiche				Doppelkolben-Messbereiche									
	10 … 1.600		30 … 4.000		10 … 10.000			10 … 16.000			10 … 20.000			
					10 … 800	100 … 10.000		10 … 800	200 … 16.000		10 … 800	200 … 20.000		
	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi] [lb/in²]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi] [lb/in²]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi] [lb/in²]	Nenndruck je Stück [psi] [lb/in²]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi] [lb/in²]	Nenndruck je Stück [psi] [lb/in²]	Anzahl	Nenndruck je Stück [psi] [lb/in²]	Nenndruck je Stück [psi] [lb/in²]	
Kolben	1	10			1	10	100	1	10	200	1	10	200	
Kolben und Ausgleichs-gewicht			1	30										
Standardmassensatz	6	200	6	500	8	100	1.000	6	100	2.000	8	100	2.000	
	1	180	1	450	1	90	900	1	90	1.800	1	90	1.800	
	1	100	1	250	1	50	500	1	50	1.000	1	50	1.000	
	2	40	2	100	2	20	200	2	20	400	2	20	400	
	1	20	1	50	1	10	100	1	10	200	1	10	200	
	2	10	1	25	1	5	50	1	5	100	1	5	100	
	1	5	1	20										
Feinmassensatz (optional)	1	4	2	10	2	2	20	2	2	40	2	2	40	
	1	2	1	5	1	1	10	1	1	20	1	1	20	
	1	1	1	2,5	1	0,5	5	1	0,5	10	1	0,5	10	
	2	0,4	2	1	2	0,2	2	2	0,2	4	2	0,2	4	
	1	0,2	1	0,5	1	0,1	1	1	0,1	2	1	0,1	2	

Messbereich [kPa]	Einzelkolben-Messbereiche				Doppelkolben-Messbereiche								
	100 … 12.000		200 … 30.000		100 … 70.000			100 … 120.000			100 … 140.000		
					100 … 6.000	1.000 … 70.000		100 … 6.000	2.000 … 120.000		100 … 6.000	2.000 … 140.000	
	Anzahl	Nenndruck je Stück [kPa]	Anzahl	Nenndruck je Stück [kPa]	Anzahl	Nenndruck je Stück [kPa]	Nenndruck je Stück [kPa]	Anzahl	Nenndruck je Stück [kPa]	Nenndruck je Stück [kPa]	Anzahl	Nenndruck je Stück [kPa]	Nenndruck je Stück [kPa]
Kolben und Ausgleichs-gewicht	1	100	1	200	1	100	1.000	1	100	2.000	1	100	2.000
Standardmassensatz	4	2.000	4	5.000	5	1.000	10.000	4	1.000	20.000	5	1.000	20.000
	1	1.800	1	4.500	1	900	9.000	1	900	18.000	1	900	18.000
	1	1.000	1	2.500	1	500	5.000	1	500	10.000	1	500	10.000
	2	400	2	1.000	2	200	2.000	2	200	4.000	2	200	4.000
	1	200	1	500	1	100	1.000	1	100	2.000	1	100	2.000
	2	100	1	300	1	50	500	1	50	1.000	1	50	1.000
	1	50	1	250									
Feinmassensatz (optional)	1	40	2	100	2	20	200	2	20	400	2	20	400
	1	20	1	50	1	10	100	1	10	200	1	10	200
	1	10	1	25	1	5	50	1	5	100	1	5	100
	2	4	2	10	2	2	20	2	2	40	2	2	40
	1	2	1	5	1	1	10	1	1	20	1	1	20

8. Zubehör

Als Hilfestellung für erforderliche Korrekturberechnung von Umgebungseinflüssen, z.B. Luftdichte, Kolbentemperatur und lokale Fallbeschleunigung sowie zur Berechnung des Massen/Druck Verhältnisses stellen wir ein MS-Excel Arbeitsblatt kostenlos zum Download zur Verfügung: http://www.lr-cal.net/dwt-corrections.zip

Zubehör

Artikel-Nummer	Bezeichnung / Ausführung
LDW-FMS-F1	Feinmassensatz (1 mg bis 50 g), Klasse F1
LDW-FMS-M1	Feinmassensatz (1 mg bis 50 g), Klasse M1
CPB5000-ADS	Adapterset für Schnellanschluss im Etui mit Gewindeeinsätzen G 1/4, G 3/8, 1/2" NPT, 1/4" NPT und M20x1,5 zur Aufnahme in die Rändelmutter am Prüflingsanschluss
CPB5000-ADS-NPT	Adapterset "NPT" für Schnellanschluss im Etui mit Gewindeeinsätzen 1/8" NPT, 1/4" NPT, 3/8" NPT und 1/2" NPT zur Aufnahme in die Rändelmutter am Prüflingsanschluss
CPB5000-WA90	Winkelanschlussstück 90° für Prüflinge mit rückseitigem axialem Anschluss
CPB5000-TV-1000	Trennvorlage (ohne Membran), max. 1000 bar
LDW-TV-M-0700	Trennvorlage (mit Membran), max. 700 bar
LDW-TV-M-1000	Trennvorlage (mit Membran), max. 1.000 bar
CPB5000-R-SET	O-Ring-Set bestehend aus 5 St. 8 x 2 und 5 St. 4 x 2,2
CPB5000-FLUID	Flasche mit 1 Liter Spezialöl für Druckwaagen bis 4.000 bar
LDW-H-KA	Adapter zur Aufnahme hydraulischer Kolbenzylindersysteme LR-Cal LDW-H-EKZ und LR-Cal LDW-H-DKZ in einen optionalen Schnellverschluss für Kolbenzylindersystem
LDW-PAS-G12	Prüflingsanschlussstück G 3/4 innen auf G 1/2 innen, freilaufend, damit Betrieb als Vergleichsprüfpumpe möglich
LDW-PAS-G12-CT	Sonderprüflingsaufnahme mit Schnellanschluss, zur Adaption in den optionalen Schnellverschluss für Kolbenzylindersystem, damit Betrieb als Vergleichsprüfpumpe möglich
LDW-H-E-230	Elektrische Kolbenantriebseinheit 230 VAC, 50 Hz, nur für 700-bar-, 1200-bar- und 1400-bar-Ausführungen